

РОЗДІЛ 4

Наукові повідомлення

Методичні підходи до оцінювання вартості електроенергії з відновлювальних джерел енергії*

Т. О. Курбатоваⁱ

У статті розроблено методичні підходи до оцінювання вартості електроенергії з відновлювальних джерел енергії у рамках системи торгівлі «зеленими» сертифікатами. Запропоновані підходи базуються на провідному досвіді розвинених країн і техніко-економічних особливостях реалізації проектів відновлювальної енергетики на території України. Наведені методичні підходи покликані забезпечити формування ціни на «зелену» електроенергію, яка буде враховувати актуальну вартість її генерації, зможе забезпечити адекватний рівень рентабельності інвестиційних проектів та створити рівні умови розвитку різних технологій відновлювальної енергетики. Алгоритми розрахунку собівартості одиниці електроенергії з відновлювальних джерел енергії за допомогою методики Levelized Cost of Electricity та її ціни на основі витратного методу ціноутворення можуть бути використані поза межами системи торгівлі «зеленими» сертифікатами, зокрема в рамках діючої на даному етапі схеми підтримки розвитку відновлювальної енергетики в Україні.

Ключові слова: відновлювальна енергетика, «зелений» сертифікат, Levelized Cost of Electricity.

Абревіатури:

ВДЕ	– відновлювальні джерела енергії
ВЕ	– відновлювальна енергетика
ЗС	– «зелений» сертифікат
IAEA	– International Atomic Energy Agency
LCOE	– Levelized Cost of Electricity
UNIDO	– United Nations Industrial Development Organization

УДК 338.5:620.9

JEL коди: Q21, Q42, Q58

Вступ. На сучасному етапі розвитку технологій ВЕ істотне заміщення традиційних технологій енерговиробництва ВДЕ неможливе без підтримки з боку уряду держав [1]. Наскільки успішною буде розбудова генеруючих потужностей «зеленої» енергетики, залежить безпосередньо від вибору схеми підтримки розвитку ВЕ, тому рішення, якій

ⁱ Курбатова Тетяна Олександрівна, молодший науковий співробітник кафедри економічної теорії Сумського державного університету.

* Дослідження виконувалося в рамках науково-дослідної роботи МОН України (№ 0115U000678) «Методологія формування механізму інноваційного розвитку національної економіки на основі альтернативної енергетики».

© Т. О. Курбатова, 2016.



саме моделі віддати перевагу, вимагає комплексного і зваженого підходу. З цієї причини одним із пріоритетних завдань державної політики у галузі енергетики має стати розроблення та впровадження дієвих механізмів, націлених на стимулювання інвестиційної привабливості ВЕ.

Незважаючи на те, що сьогодні в Україні впроваджено низку економічних важелів, спрямованих на активізацію генерації електроенергії з ВДЕ, аналіз існуючої державної концепції управління розвитком ВЕ засвідчує неспроможність вирішення проблем забезпечення темпів та обсягів розвитку даного сектору, необхідних для масштабного заміщення об'єктів традиційної електроенергетики [2].

Одним із можливих шляхів удосконалення державного управління розвитком ВЕ є реалізація принципово нової для України схеми підтримки розвитку ВЕ, яка передбачає впровадження обов'язкових квот на споживання електроенергії з ВДЕ та системи випуску й обігу ЗС.

Постановка проблеми. Методичні підходи до ціноутворення в системі торгівлі ЗС розглянуто в наукових працях А. Ford, К. Vogstad, Н. Flynn [3], С. Pizarro-Irizarra, А. Ciarreta, М. Espinosa [4], Н. S. Goldstein [5] та інших. Аналіз наведених досліджень дозволяє зробити висновок, що формування цін у рамках вищезазначеного механізму залежить від низки факторів, зокрема специфіки функціонування національних енергетичних ринків. Тому для успішного впровадження системи торгівлі ЗС в Україні, окрім розроблення теоретичних засад її функціонування [6, 7], особливого значення набуває розробка науково-методичних підходів до оцінювання вартості електроенергії з ВДЕ.

Необхідно зазначити, що оцінювання вартості «зеленої» електроенергії є надзвичайно актуальним не лише у рамках системи торгівлі ЗС, а й при визначенні величин «зеленого» тарифу, на якому сьогодні базується стимулювання розвитку ВЕ в Україні. Незважаючи на те, що «зелений» тариф був впроваджений у 2009 році, його економічно обґрунтовані ставки були розраховані лише для електроенергії з біомаси [8]. Сьогодні у науковій літературі відсутні дослідження щодо оцінювання його рівня для інших технологій ВЕ. Крім того, окремі органи державної влади, що здійснюють регулювання у галузі ВЕ, зокрема Національна комісія, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) і Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України визнають факт відсутності законодавчо затвердженої методології розрахунку коефіцієнтів «зеленого» тарифу», які є основою для визначення ціни електроенергії з різних видів ВДЕ [9, 10].

З огляду на вищезазначене можна стверджувати, що проблемні питання щодо оцінювання вартості «зеленої» електроенергії як у розрізі нових економічних механізмів, спрямованих на заохочення генерації електроенергії з ВДЕ, так і існуючих на сьогодні потребують нагального вирішення.

Метою роботи є розроблення методичних підходів до оцінювання вартості електроенергії з ВДЕ у рамках системи торгівлі ЗС.

Результати дослідження. У світовій практиці для оцінювання ефективності інвестиційних проектів використовується ряд розрахункових методик [11], основними з яких у сфері будівництва енергетичних об'єктів вважаються рекомендації Організації Об'єднаних Націй з промислового розвитку (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO) [12, 13] та Міжнародної агенції з атомної енергії (International Atomic Energy Agency, IAEA) [14].

Показники оцінювання інвестиційних проектів, рекомендовані UNIDO, є критеріями комерційної ефективності, тобто відображають, передусім, інтерес інвестора – досягнення максимального прибутку в найбільш короткі терміни. Методика ІАЕА, навпаки, здебільшого орієнтована на кінцевого споживача, зацікавленого в зниженні тарифу на електроенергію. В її основу покладено визначення середньої розрахункової вартості генерації електроенергії – LCOE. Цей показник відображає фіксований тариф на електроенергію, що становить собівартість її генерації, при якому сукупна дисконтована виручка від продажу електроенергії кінцевому споживачу дорівнює сукупним дисконтованим витратам протягом упродовж усього життєвого циклу генеруючого об'єкта. Іншими словами, це мінімальна ціна, за якою електроенергія, згенерована за весь термін служби електростанції, повинна бути реалізована для досягнення її точки безбитковості. Якщо ціна на електроенергію буде вищою за LCOE, це дасть більший, ніж прийнята ставка дисконтування, показник прибутковості на інвестований капітал, у той час як менша ціна не дозволить проекту окупитися із заданою ставкою дисконтування.

Сьогодні, окрім ІАЕА, методика LCOE широко застосовується низкою авторитетних організацій для порівняльного аналізу витрат на виробництво електричної енергії на основі різних технологій генерації: Міжнародним енергетичним агентством (International Energy Agency) [15] та Міжнародним агентством з відновлювальної енергії (International Renewable Energy Agency) [16].

Окрім країни світу, зокрема Німеччина, Нідерланди, Великобританія, Іспанія та інші, використовують результати розрахунку LCOE як основу для визначення пільгових тарифів на електроенергію з ВДЕ [17]. Для отримання більш точних результатів LCOE рекомендовано розраховувати для кожної конкретної країни, що підтверджується дослідженням [18], у якому автор зробив висновок, що розрахункове значення LCOE залежить від специфічних умов реалізації проектів ВЕ, властивих кожній окремій країні.

З огляду на відсутність в Україні затверджених на законодавчому рівні рекомендацій щодо визначення вартості електроенергії з ВДЕ та враховуючи провідний світовий досвід щодо використання методики LCOE, вважаємо за доцільне використати за основу саме її для визначення собівартості електроенергії з ВДЕ у рамках системи торгівлі ЗС.

Треба зауважити, що алгоритм розрахунку LCOE може містити в себе різні показники залежно від виду джерела енергії, потреби урахування вартості викидів діоксиду вуглецю, вартості зберігання енергії для автономних генеруючих об'єктів ВЕ, заходів регуляторної політики (податкові та митні пільги, дотації) тощо [19, 20, 21]. Для розрахунку собівартості електроенергії з ВДЕ в Україні пропонуємо врахувати такі показники: інвестиційні та експлуатаційні витрати, вартість палива (для всіх видів ВДЕ, окрім біомаси, паливна складова відсутня), витрати на виведення генеруючого об'єкта з експлуатації, обсяг згенерованої електроенергії та ставку дисконтування.

Враховуючи складнопрогнозованість інфляційних процесів в Україні, їх вплив на коливання курсу національної грошової одиниці та фактичну ефективність інвестицій, розрахунок LCOE доречно проводити у відносно стабільній іноземній валюті.

Як зазначалося вище, при розрахунку LCOE дисконтовані доходи від генерації електроенергії дорівнюють дисконтованій вартості її генерації, що з урахуванням вищеперелічених складових можна виразити так:

$$\sum_{t=0}^n (E_{it} \cdot LCOE_{REi}) \cdot (1+r)^{-t} = \sum_{t=0}^n (I_{it} + O\&M_{it} + F_{it} + D_{it}) \cdot (1+r)^{-t} \quad (1)$$

де E_{it} – обсяг згенерованої електроенергії з i -го виду ВДЕ у t -му році, МВт·год; $LCOE_{REi}$ – фіксований тариф на електроенергію, що відображає собівартість її генерації з відповідного виду ВДЕ упродовж усього життєвого циклу електростанції, євро/МВт·год; I_{it} – інвестиційні витрати для реалізації проекту ВЕ на основі i -го виду ВДЕ у t -му році, євро/МВт·год; $O\&M_{it}$ – витрати на експлуатацію і технічне обслуговування генеруючого об'єкта на основі i -го виду ВДЕ у t -му році, євро/МВт·год; F_{it} – витрати на паливо для генеруючого об'єкта на основі i -го виду ВДЕ у t -му році, євро/МВт·год; D_{it} – витрати на виведення генеруючого об'єкта на основі i -го виду ВДЕ з експлуатації у t -му році, євро/МВт·год; t – рік реалізації проекту; r – ставка дисконтування, %; n – тривалість життєвого циклу генеруючого об'єкта, років.

Таким чином, $LCOE_{REi}$ можна розрахувати за формулою:

$$LCOE_{REi} = \frac{\sum_{t=0}^n (I_{it} + O\&M_{it} + F_{it} + D_{it}) \cdot (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n E_{it} \cdot (1+r)^{-t}}, \quad (2)$$

Для урахування вартості як власних, так і позикових коштів, залучених для реалізації проектів ВЕ, при розрахунку $LCOE_{REi}$ розмір ставки дисконтування доцільно визначити на основі середньозваженої вартості капіталу (WACC):

$$WACC = K_s \cdot W_s + K_d \cdot W_d \cdot (1 - tx), \quad (3)$$

де K_s – вартість власного капіталу для реалізації проекту, частка одиниці; W_s – частка власного капіталу за балансом, частка одиниці; K_d – вартість позикового капіталу для реалізації проекту, частка одиниці; W_d – частка позикового капіталу за балансом, частка одиниці; tx – ставка податку на прибуток підприємства, частка одиниці.

Вартість позикового капіталу при визначенні ставки дисконтування за вищезазначеною формулою розраховується на основі вартості банківського кредиту. Оцінювання вартості власного капіталу пропонуємо визначати як суму ставок прибутковості альтернативних інвестицій у безризиковий фінансовий актив та премії за ризик, яка буде відображати додаткову прибутковість, яку вимагатимуть інвестори при інвестуванні в проекти ВЕ на території України. Розмір премії пропонуємо встановлювати на рівні крайнього ризику, оцінка якого ґрунтується на суверенних рейтингах держав та публікується незалежними рейтинговими агентствами Moody's і Standard & Poor's [22].

Таким чином, формула для розрахунку вартості власного капіталу буде мати такий вигляд:

$$K_s = DR_{\alpha t} + CR = (D_{ir} - D_{ir} \cdot PI_{tr}) + CR \quad (4)$$

де DR_{at} – річна середня ставка за депозитами в євро для юридичних осіб після сплати податку на пасивні доходи, частка одиниці; D_{ir} – середня річна ставка за депозитами в євро для юридичних осіб, частка одиниці; PI_{ir} – ставка податку на пасивні доходи, частка одиниці; CR – крайній ризик, частка одиниці.

Визначення всіх вищезазначених складових дозволить нам розрахувати ставку дисконтування, за якою доцільно здійснювати розрахунок $LCOE_{RE}$, значення якого буде покладено в основу формування ціни на електроенергію з ВДЕ у рамках системи торгівлі ЗС. Зауважимо, що після розрахунку $LCOE_{RE}$ в євро його значення необхідно конвертувати в гривню і всі наступні розрахунки проводити в національній грошовій одиниці.

Визначення ціни 1 МВт-год електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ, буде визначатися як добуток її собівартості $LCOE_{RE}$ та коефіцієнта прибутковості (k_p). Треба зазначити, що діапазон терміну окупності проектів ВЕ, необхідний для залучення вітчизняних та іноземних інвесторів в український сектор ВЕ, становить 7–10 років. З огляду на це величину коефіцієнта прибутковості доцільно орієнтувати на такий термін.

Враховуючи те, що у рамках системи торгівлі ЗС ціна електроенергії з ВДЕ поділяється на 2 складові: ціна традиційної електроенергії і ціна ЗС, її розрахунок можна здійснювати за формулою

$$P_{REi} = LCOE_{REi} \cdot k_p = P_{CE} + P_{GCI}, \quad (5)$$

де P_{REi} – ціна електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ, грн/МВт-год; k_p – коефіцієнт прибутковості (націнка на собівартість); P_{CE} – річна прогнозована середньозважена ринкова ціна традиційної електроенергії, грн/МВт-год; P_{GCI} – ціна ЗС для електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ, грн/МВт-год.

Річну середньозважену ринкову ціну традиційної електроенергії доцільно визначити на основі прогнозованої оптової ціни її продажу на оптовому ринку електроенергії України і встановлювати єдиною для певного розрахункового року. Необхідно зазначити, що обсяги генерації електроенергії з деяких видів ВДЕ безпосередньо залежать від погодних умов, тому можливе виникнення дефіциту/профіциту електроенергії з ВДЕ у відповідних місяцях року. Застосування фіксованої середньозваженої ціни традиційної електроенергії дозволить уникнути коливання ціни ЗС, що забезпечить можливість нерівномірного покриття квоти енергопостачальними компаніями протягом року за однаковими ціновими умовами.

Після визначення річної прогнозованої середньозваженої ринкової ціни традиційної електроенергії ціну ЗС можна розрахувати за формулою

$$P_{GCI} = P_{REi} - P_{CE}, \quad (6)$$

Для спрощення системи випуску, обігу та обліку ЗС пропонуємо звести ціну ЗС до єдиної. Оскільки різні технології генерації ВЕ мають різну собівартість одиниці електроенергії, за єдину ціну сертифіката пропонуємо взяти вартість ЗС для найдешевшої технології ВЕ. Регулювання ціни електроенергії на основі різних технологій ВЕ буде здійснюватися шляхом видачі різної кількості ЗС виробникам за

1 МВт·год електроенергії, згенерованої з різних видів ВДЕ. Для цього доцільно привести кількість ЗС, яку необхідно видати виробникам електроенергії на основі різних технологій ВЕ за 1 МВт·год, до вартості 1 МВт·год найдешевшої технології, представленої на ринку ВЕ:

$$Q_{GGi} = \frac{P_{GGi}}{P_{GCL}}, \quad (7)$$

де Q_{GG} – кількість сертифікатів, виданих виробнику відповідно до ціни 1 МВт·год електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ, одиниць/МВт·год; P_{GCL} – ціна ЗС для електроенергії, згенерованої на основі найдешевшої технології ВЕ, представленої на ринку ВЕ, грн/МВт·год.

Таким чином, із позиції виробника ціну 1 МВт·год електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ (P_{PRODi}), можна розрахувати так:

$$P_{PRODi} = P_{RE} = P_{CE} + P_{GCL} \cdot Q_{GGi}, \quad (8)$$

Для збереження єдиної ціни на електроенергію для кінцевих споживачів на всій території України розрахунок кількості ЗС, яку мають придбати енергопостачальні компанії, на яких покладено зобов'язання щодо їх купівлі, буде ґрунтуватися на прогнозованій середньозваженій кількості ЗС, виданих виробникам відповідно до прогнозованого річного обсягу електроенергії з ВДЕ на рік.

Розрахунок річної прогнозованої середньозваженої кількості ЗС за 1 МВт·год (Q_{WA}), яка надійде в обіг у розрахунковому році відповідно до прогнозованих річних обсягів генерації електроенергії з ВДЕ діючими електростанціями, можна розрахувати:

$$Q_{WA} = \frac{\sum_{i=1}^k Q_{E_{yi}} \cdot Q_{GGi}}{\sum_{i=1}^k Q_{E_{yi}}}, \quad (9)$$

де Q_{WA} – річна прогнозована середньозважена кількість ЗС, яка надійде в обіг у розрахунковому році, розрахована на основі прогнозу генерації електроенергії діючими електростанціями на ВДЕ, одиниць/МВт·год; k – кількість технологій ВЕ, представлених на ринку електроенергії у розрахунковому році; $Q_{E_{yi}}$ – прогнозований обсяг електроенергії, згенерованої діючими електростанціями на основі i -го виду ВДЕ у розрахунковому році, МВт·год/рік; Q_{GGi} – кількість сертифікатів, виданих виробнику відповідно до ціни 1 МВт·год електроенергії, згенерованої з i -го виду ВДЕ, одиниць/МВт·год.

Для визначення кількості ЗС, що повинні придбати енергопостачальні компанії, на яких покладено зобов'язання щодо їх купівлі за рік відповідно до встановленої квоти на річне споживання електроенергії з ВДЕ (N_{GC}), пропонуємо використовувати таку формулу:

$$N_{GC} = QE \cdot \alpha \cdot Q_{WA}, \quad (10)$$

де QE – обсяг електроенергії, придбаний енергопостачальними компаніями на Оптовому ринку електроенергії, МВт·год/рік; α – квота на споживання електроенергії з ВДЕ для відповідного року, частка одиниці; Q_{WA} – річна прогнозована середньозважена кількість ЗС, яка надійде в обіг у розрахунковому році, одиниць/МВт·год.

Суму, що мають сплатити енергопостачальні компанії за кількість сертифікатів, яку вони повинні придбати відповідно до встановленої річної квоти (P_{ESC}), можна розрахувати за формулою

$$P_{ESC} = N_{GC} \cdot P_{GCL}, \quad (11)$$

Необхідно зазначити, що за невиконане зобов'язання щодо купівлі ЗС відповідно до встановленої річної квоти на споживання електроенергії з ВДЕ у рамках системи торгівлі ЗС доцільно передбачити штрафні санкції. Штраф за непридбані ЗС сплачується як додатковий відсоток від вартості сертифіката для електроенергії, згенерованої на основі найдешевшої технології ВЕ, представленої на ринку ВЕ, що може бути розраховано:

$$F = (N_{GC} - N_{GCF}) \cdot P_{GCL} \cdot k_f, \quad (12)$$

де F – штраф за невиконане зобов'язання у рамках системи торгівлі ЗС (кількість непридбаних ЗС у розрахунковому періоді), грн; N_{GCF} – кількість фактично придбаних ЗС у розрахунковому році, одиниць; k_f – штрафний коефіцієнт.

Фінансові надходження від штрафних санкцій пропонується акумулювати у новоствореному цільовому фонді розбудови ВЕ при Національній комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, та у подальшому спрямовувати їх на фінансування будівництва нових проектів ВЕ.

Для визначення ціни 1 МВт·год електроенергії для кінцевих споживачів (P_{CONS}) пропонуємо використовувати таку формулу:

$$P_{CONS} = ((1 - \alpha) \cdot P_{CET} + \alpha \cdot (P_{CET} + (P_{GCL} \cdot Q_{WA}))), \quad (13)$$

Таким чином, за допомогою поданих методичних положень можна розрахувати собівартість одиниці електроенергії з ВДЕ та її ціну як із позиції власників генеруючих об'єктів, так і кінцевих споживачів електричної енергії.

Висновки і перспективи подальших наукових розробок. Вищенаведені методичні підходи дозволяють здійснювати розрахунок собівартості електроенергії з ВДЕ та визначати її ціну за єдиним алгоритмом для різних технологій ВЕ, тим самим створюючи рівні умови для їх розвитку. Врахування досвіду провідних міжнародних організацій у галузі енергетики щодо використання методики LCOE для розрахунку собівартості електроенергії та привабливого для інвесторів терміну окупності проектів ВЕ при визначенні її ціни дозволить сформулювати оптимальну ціну на «зелену» електроенергію.

Література

1. *Renewable energy regulation*. Inogate Programme «Capacity Building for Sustainable Energy Regulation in Eastern Europe and Central Asia»: textbook. – Hungary: Energy Regulators Regional Association, 2011. – 113 p.
2. *Kurbatova, T.* State and economic prospects of developing potential of non-renewable and renewable energy resources in Ukraine / T. Kurbatova, H. Khlyap // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – № 52. – P. 217–226.
3. *Forda, A.* Simulating price patterns for tradable green certificates to promote electricity generation from wind / Forda A., Vogstad K., Flynn H. // *Energy Policy*. – 2007. – № 35. – P. 91–111.
4. *Ciarreta, A.* Switching from feed-in tariffs to a tradable green certificate market / Ciarreta A., Paz Espinosa M., Pizarro-Irizar C. // *Interrelationship Between Financial and Energy Markets*. 2014. – № 54. – P. 261–280.
5. *A Green Certificate Market in Norway and its implications for the market participants* By: Hanne S. Goldstein Term Paper, Energy Economics and Policy ETH Zürich.
6. *Курбатова, Т.* Система торгівлі зеленими сертифікатами: перспективи для України / Т. Курбатова // *Економіка і держава*. – 2015. – № 2. – С. 131–135.
7. *Kurbatova, T.* Organizational stages of tradable green certificates system formation in Ukraine / T. Kurbatova // *Socio-economic aspects of economics and management: Collection of scientific Articles. International Conference*. – Taunton: Aspekt Publishing. 2015. – P. 71–74.
8. *Гелетуха, Г. Г.* Аналіз Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» №5485-VI від 20.11.2012 р. [Електронний ресурс] / Гелетуха Г. Г., Ківа О. С., Матвеев Ю. Б., Олійник Є. М., Сисоєв М. О., 2013. – Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-2-ukr.pdf>.
9. *Лист* Національної комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 08.12. 2015 № 13209/17.3/61-15.
10. *Лист* Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження від 08.12. 2015 № 76-03/14/31-15.
11. *Досужева, Е. Е.* Методический подход к оценке эффективности инвестиционных проектов / Е. Е. Досужева, Ю. В. Кириллов // *Инновационное развитие экономики: предпринимательство, образование, наука*. – Минск, 2013. – С. 72–76.
12. *Institute of International Education* Economic & Financial Evaluation of Renewable Energy Projects. – Washington, 2002. – P. 60.
13. *International Atomic Energy Agency*. Climate change and nuclear power 2014 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ccanp2014web-14869824.pdf>
14. *International Energy Agency, Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development*, Projected Costs of Generating Electricity, 2010 [Electronic resource]. – Access mode: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/projected_costs.pdf.
15. *International Energy Agency*, World Energy Outlook, 2011 [Electronic resource]. – Access mode: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf.
16. *International Renewable Energy Agency*, Renewable power generation costs in 2012 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Renewable_Power_Generation_Costs.pdf.
17. *European Commission (DG Energy)*, Methodologies for estimating Levelised Cost of Electricity (LCOE), Report, 2014 [Electronic resource]. – Access mode: http://res-cooperation.eu/images/pdf-reports/ECOFYS_Fraunhofer_Methodologies_for_estimating_LCoE_Final_report.pdf
18. *Khatib, H.* The World Energy Congress 2010 – A Review Montreal, Canada / H. Khatib // *Energy policy*. – 2011. – № 39. – P. 2213–2215.
19. *Wind Power and Renewables Division, Siemens AG*, Redefining the cost debate: The concept of society's cost of electricity, 2014 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/pictures/offshore/2014_11_Slides_SCOE_engl.pdf.
20. *Pawel, I.* The Cost of Storage – How to Calculate the Levelized Cost of Stored Energy (LCOE) and

- Applications to Renewable Energy Generation / I. Pawel // Energy Procedia. – 2014. – № 46. – P. 68–77.
21. International Energy Agency, Study on Cost and Business Comparison of Renewable vs. Non-renewable Technologies (RE-COST), 2013 [Electronic resource]. – Access mode : <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2013/07/20130710-RE-COST-FINAL-REPORT.pdf>
22. Damodaran, A. Country Default Spreads and Risk Premiums [Electronic resource] / A. Damodaran, 2015. – Access mode : http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html.

Отримано 20.01.2016 р.

Методические подходы к оценке стоимости электроэнергии из возобновляемых источников энергии

ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА КУРБАТОВА*

* младший научный сотрудник кафедры экономической теории,
Сумский государственный университет,
ул. Р.-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина,
тел.: 00-380-542-687739, e-mail: t_kurbatova@ukr.net

В статье разработаны методические подходы к оценке стоимости электроэнергии из возобновляемых источников энергии в рамках системы торговли «зелеными» сертификатами. Предложенные подходы базируются на ведущем опыте развитых стран и технико-экономических особенностях реализации проектов возобновляемой энергетики на территории Украины. Представленные методические подходы призваны обеспечить формирование цены на «зеленую» электроэнергию, которая будет учитывать актуальную стоимость ее генерации, сможет обеспечить адекватный уровень рентабельности инвестиционных проектов и создать равные условия развития различных технологий возобновляемой энергетики. Алгоритмы расчета себестоимости единицы электроэнергии из возобновляемых источников энергии с помощью методики Levelized Cost of Electricity и ее цены на основе затратного метода ценообразования могут быть использованы за пределами системы торговли «зелеными» сертификатами, в частности в рамках действующей на данном этапе схемы поддержки развития возобновляемой энергетики в Украине.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, «зеленый» сертификат, Levelized Cost of Electricity.

Mechanism of Economic Regulation, 2016, No 1, 113–123
ISSN 1726-8699 (print)

Methodical Approaches to the Assessment of the Electricity Cost from Renewable Energy Sources

TETIANA O. KURBATOVA*

* Junior Research Fellow, Department of Economic Theory,
Sumy State University,
R.-Korsakova Street, 2, Sumy, 40007, Ukraine,
phone: 00-380-542-687739, e-mail: t_kurbatova@ukr.net

Manuscript received 20 January 2016

In this paper the methodical approaches to the assessment of the electricity cost from renewable energy sources under tradable green certificates system were developed. The proposed approaches are based on the experience of developed countries and technical and economic features of the renewable energy projects realization in Ukraine. The presented methodical approaches are designed to ensure the formation of the "green" electricity price, which will take into account the actual cost of its generation, will provide an adequate level of investment projects profitability and will create equal conditions for the development of various renewable energy technologies. The algorithms for calculation of electricity cost from renewable energy sources by the Levelized Cost of Electricity method, and its price by the cost-plus pricing method, can be used outside tradable green certificates system, in particular under the current at this stage of the support scheme for renewable energy promotion in Ukraine.

Keywords: renewable energy, "green" certificate, Levelized Cost of Electricity

JEL code: Q21, Q42, Q58

Formulas: 13; *References:* 22

Language of the article: Ukrainian

References

1. Renewable energy regulation (2011), Inogate Programme "Capacity Building for Sustainable Energy Regulation in Eastern Europe and Central Asia", Hungary, Energy Regulators Regional Association. (In English)
2. Kurbatova, T., Khlyap, H. (2015), "State and economic prospects of developing potential of non-renewable and renewable energy resources in Ukraine," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 217–226. (In English)
3. Forda, A., Vogstad, K., Flynn, H. (2007), "Simulating price patterns for tradable green certificates to promote electricity generation from wind," *Energy Policy*, 35, 91–111. (In English)
4. Ciarreta, A., Paz Espinosa, M., Pizarro-Irizar C. "Switching from feed-in tariffs to a tradable green certificate market," *Interrelationship between Financial and Energy Markets*, 54, 261–280. (In English)
5. A Green Certificate Market in Norway and its implications for the market participants By: Hanne S. Goldstein Term Paper, Energy Economics and Policy ETH Zürich. (In English)
6. Kurbatova, T. (2015), "Tradable green certificates system: prospects for Ukraine," *Ekonomika i derzhava*, 2, 131 – 135. (In Ukrainian)
7. Kurbatova, T. (2015), Organizational stages of tradable green certificates system formation in Ukraine. Socio-economic aspects of economics and management: Collection of scientific Articles, International Conference. – Taunton (MA, United States of America), Aspekt Publishing, 71–74. (In Ukrainian)
8. Geletukha, G. G., Kyiv, O. S., Matveev, Y. B., Oliynyk, Y. M., Sysoev, M. O (2013), Analysis of the Law of Ukraine On Amendments to the Law of Ukraine "On Electric Power Industry" № 5485-VI, 20.11.2012, <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-2-ukr.pdf>. (In Ukrainian)
9. Letter of the National Energy and Utilities Regulatory Commission № 13209/17.3/61-15, 08.12. 2015. (In Ukrainian)
10. Letter of the State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine № 76-03/14/31-15, 08.12. 2015. (In Ukrainian)
11. Dosuzheva, E. E. (2013), Methodical approach for estimates of the effectiveness of investment projects, *The innovative development of the economy: business, education, science*, Minsk, 72–76. (In Russian)
12. Institute of International Education (2002), Economic & Financial Evaluation of Renewable Energy Projects. – Washington, 60. (In English)
13. International Atomic Energy Agency (2014), Climate change and nuclear power 2014, <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ccanp2014web-14869824.pdf> (In English)
14. International Energy Agency, Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and

- Development (2010), Projected Costs of Generating Electricity: 2010, https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/projected_costs.pdf. (In English)
15. International Energy Agency (2011), World Energy Outlook 2011, https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf. (In English)
16. International Renewable Energy Agency (2012), Renewable power generation costs in 2012 http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Renewable_Power_Generation_Costs.pdf. (In English)
17. European Commission (DG Energy) (2014), Methodologies for estimating Levelised Cost of Electricity (LCOE): Report, http://res-cooperation.eu/images/pdf-reports/ECOFYS_Fraunhofer_Methodologies_for_estimating_LCoE_Final_report.pdf (In English)
18. Khatib, H. (2011), "The World Energy Congress 2010 – A Review Montreal, Canada," *Energy policy*, 39, 2213–2215. (In English)
19. Wind Power and Renewables Division, Siemens AG (2014), Redefining the cost debate: The concept of society's cost of electricity, http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-generation/renewables/wind-power/pictures/offshore/2014_11_Slides_SCOE_engl.pdf. (In English)
20. Pawel, I. (2014), "The Cost of Storage – How to Calculate the Levelized Cost of Stored Energy (LCOE) and Applications to Renewable Energy Generation," *Energy Procedia*, 46, 68–77. (In English)
21. International Energy Agency (2013), Study on Cost and Business Comparison of Renewable vs. Non-renewable Technologies (RE-COST), <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2013/07/20130710-RE-COST-FINAL-REPORT.pdf>. (In English)
22. Damodaran, A. (2015), Country Default Spreads and Risk Premiums, http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html. (In English)