

УДК 620.21:330.131.5

## Юрій Вікторович ТАЩЕЄВ

аспірант кафедри економіки підприємства, Одеський національний економічний університет, e-mail: [tascheev@ukr.net](mailto:tascheev@ukr.net)

### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: ВІДНОВЛЮВАНІ ТА НЕВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Тащев, Ю. В. Энергоэффективность: возобновляемые и невозобновляемые источники энергии / Юрий Викторович Тащев // Вісник соціально-економічних досліджень: зб. наук. праць; за ред. М. І. Звєрякова (голов. ред.) та ін. (ISSN 2313-4569). – Одеса: Одеський національний економічний університет. – 2015. – Вип. 2. – № 57. – С. 169–177.

**Анотація.** У статті досліджені поняття «енергоефективність», «енергетична рентабельність (EROEI)», «чистий вииграш в енергії (NEG)», «парадокс Джевонса». Розглянуто «Директиву ЄС з енергоефективності», відмінність у підходах управління ефективністю відновлюваного і невідновлюваного енергоресурсу. Уточнено визначення, пов'язані з поняттями енергоефективності, енергозбереження, а також з комплексними заходами щодо енергоефективності. Узагальнено підходи щодо визначення поняття «енергоефективність». Проаналізовано показники вмісту енергії в різних видах палива для кінцевого використання. Обґрунтовано, що показники EROEI і NEG є динамічними, а їх зміна дозволяє зробити низку висновків щодо загальних тенденцій розвитку суспільства, і, безпосередньо, розвитку енергетичної галузі, та оцінювати різні енергетичні ресурси для процесу виробництва. Запропоновано застосовувати методику розрахунку енергоефективності в дослідженнях згідно з рекомендаціями директиви 2012/27/ЄС, використовуючи також показник «енергетична рентабельність (EROEI)».

**Ключові слова:** енергетична рентабельність; чистий вииграш в енергії; парадокс Джевонса; витрати; ресурсні моделі; енергоресурс; вартість енергії; управлінські підходи щодо відновлюваних і невідновлюваних ресурсів.

## Юрий Викторович ТАЩЕЕВ

аспірант кафедры экономики предприятия, Одесский национальный экономический университет, e-mail: [tascheev@ukr.net](mailto:tascheev@ukr.net)

### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ: ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Тащев, Ю. В. Энергоэффективность: возобновляемые и невозобновляемые источники энергии / Юрий Викторович Тащев // Вестник социально-экономических исследований: сб. науч. трудов; под ред. М. И. Звєрякова (глав. ред.) и др. (ISSN 2313-4569). – Одесса: Одесский национальный экономический университет. – 2015. – Вып. 2. – № 57. – С. 169–177.

**Аннотация.** В статье исследованы понятия «энергоэффективность», «энергетическая рентабельность (EROEI)», «чистый выигрыш в энергии (NEG)», «парадокс Джевонса». Рассмотрена «Директива ЕС по энергоэффективности», различие в подходах управления эффективностью возобновляемого и невозобновляемого энергоресурса. Уточнены определения, связанные с понятием энергоэффективности, энергосбережения, а также с комплексными мероприятиями по энергоэффективности. Обобщены подходы, в определении понятия «энергоэффективность». Проанализированы показатели содержания энергии в различных видах топлива для конечного использования. Обосновано, что показатели EROEI и NEG являются динамическими, а их изменение позволяет сделать ряд выводов, касающихся, как общих тенденций развития общества, так и непосредственно развития энергетической отрасли, оценивать разные энергетические ресурсы для процесса производства. Предложено применять методику расчёта энергоэффективности в исследованиях согласно рекомендациям директивы 2012/27/ЕС, используя также показатель EROEI.

**Ключевые слова:** энергетическая рентабельность; чистый выигрыш в энергии; парадокс Джевонса; затраты; ресурсные модели; энергоресурс; стоимость энергии; управленческие подходы в отношении возобновляемого и невозобновляемого ресурса.

## Yuri TASCHEEV

Postgraduate student of Enterprise Economy Department,  
Odessa National Economic University, e-mail: [tascheev@ukr.net](mailto:tascheev@ukr.net)

**ENERGY EFFICIENCY: RENEWABLE AND NON-RENEWABLE ENERGY**

*Tascheev, Y. (2015), Energy efficiency: renewable and non-renewable energy. Ed.: M. Zveryakov (ed.-in-ch.) and others [Enerhoefektyvnist: vidnovliuvani ta nevidnovliuvani dzhherela enerhii; za red.: M. I. Zveriyakova (gol. red.) ta in.], Socio-economic research bulletin (ISSN 2313-4569), Odessa National Economic University, Odessa, Issue 2, No. 57, pp. 169–177.*

**Abstract.** *The article investigates the notions of «energy efficiency», «energy returned on energy invested (EROEI)», «net energy gain (NEG)», «Jevons paradox», the «EU Directive on energy efficiency». The difference in approaches of the performance management of renewable and non-renewable energy resource is considered. The definition of concepts related to energy efficiency, energy conservation, and also with complex energy efficiency measures for energy efficiency are clarified. Approaches to the definition of «energy efficiency» are generalized. The indexes of energy content in different fuels for final consumption are analyzed. It is proved, that the EROEI and NEG indicators are dynamic, and their change allows to conclude on general trends in the development of society, and, directly, the development of energy sector, and to evaluate the different energy resources for production process. It was proposed to use the method of calculating energy efficiency in the researches according to recommendations of Directive 2012/27/EC, using indicator EROEI.*

**Keywords:** *energy profitability; net energy gain; Jevons paradox; costs; resource models; energy resources; energy costs; management approaches to renewable and non-renewable resource.*

**JEL classification:** *Q420, D610*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Однією з глобальних світових проблем, з якою зіткнулася цивілізація, є забезпечення всієї трудової виробничої діяльності людства енергоресурсами. Ця проблема обумовлена двома основними факторами, а саме: фактором обмеженості (вичерпності), вуглецевмісних ресурсів і фактором глобальної зміни клімату Землі внаслідок використання вуглецевмісного ресурсу. На даному етапі технологічного розвитку неможливо уявити існування суспільства без використання енергоресурсів, які застосовуються для виробництва різних видів енергії. Енергоресурси можна розділити на дві основні групи (класи): перша поєднує невідновлювані енергоресурси (вуглецевмісні), друга – відновлювані (енергія сонця, вітру, води тощо). У свою чергу, існуючі сьогодні технології, дозволяють істотно зменшити, а за деякими сегментами діяльності повністю відмовитися від вуглецевмісного ресурсу, що використовується для виробництва енергії. Такі зміни в процесах виробництва і споживання спрямовані на зниження використання енергоресурсу, можуть характеризуватися низкою техніко-економічних показників, які, у свою чергу, вимагають кількісної та якісної оцінки [1, с.109–112].

Україною підписаний договір про асоціацію з ЄС, який на даний момент проходить ратифікацію. У зв'язку з цим, низка європейських законодавчих актів, у тому числі і «Директиви», набудуть законну силу в нашій країні. Так, в «Директиві 2012/27/ЄС» [2], надано низку визначень, в тому числі і поняттю «енергоефективність», в ній також регламентується методика розрахунку цього показника з урахуванням різних факторів. Досліджуючи цей документ, не можна не помітити, що за багатьма пунктами цієї директиви існує неузгодженість і розбіжності відносно усталеного понятійного апарату, що застосовується в Україні. Це часто вносить невизначеність і різночитання як в наукових дослідженнях, так і при трактуваннях тих чи інших законодавчих актів. Звідси впливає актуальність проблеми, що полягає в дослідженні поняття «енергоефективність», виявленні основних економічних закономірностей і відмінностей стосовно цієї категорії для відновлюваних і невідновлюваних енергоресурсів.

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Проблеми енергоефективності відновлюваних і невідновлюваних ресурсів розглянуті в наукових працях вітчизняних і зарубіжних авторів: D. J. Murphy [3, с.102–118], С. Cutler [4], В. Г. Бурлака [5, с.99–109], Р. В. Севастьянова, Я. Ю. Калітіна [6, с.144–154], І. М. Мазур [7, с.20–26; 8, с.40–45], Л. І. Кицькай [9, с.32–37] та інших. D. J. Murphy та С. Cutler проведено низку досліджень, присвячених проблематиці, що пов'язана з енергетичною рентабельністю – EROEI (energy returned on energy invested).

Р. В. Севастьянов та Я. Ю. Калітіна розглянули стан енергоефективності на підприємствах України та вплив економічних і організаційних факторів на підприємства, бар'єрів, що гальмують впровадження проектів, та заходів з енергозбереження паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на підприємствах. І. М. Мазур дійшов висновку, що основними напрямками підвищення енергоефективності виступають: заміщення традиційних джерел енергії відновлюваними, використання потенціалу біопалива тощо. Л. І. Кицкай проаналізував законодавчо-нормативну базу щодо проблем енергозбереження та покращення енергоефективності в Україні.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на те, що існує значна кількість праць і досліджень, присвячених різним аспектам енергоефективності, існує низка невирішених проблем. По-перше, відмінність в трактуваннях визначень, пов'язаних з енергоефективністю. По-друге, українськими дослідниками не приділено достатньої уваги таким показникам, як EROEI (енергетична рентабельність), NEG (чистий вигреш в енергії). По-третє, законодавчі акти ЄС мають бути імплементовані до законодавчої бази України, що вимагає певних уточнень, особливо в понятійному відношенні. Також, не досить обґрунтована з наукової точки зору різниця підходів в управлінні ефективністю відновлюваного і невідновлюваного енергетичного ресурсу. Варто зауважити, що існує певний законодавчий вакуум в цьому питанні, а саме, є Закон про енергозбереження, а Закон про енергоефективність досі не прийнятий у ВР України [10].

**Постановка завдання.** Основною метою статті є дослідження економічного поняття «енергоефективність» в аспекті відновлюваного і невідновлюваного енергоресурсу. Для її досягнення необхідно вирішити низку завдань: дослідити енергетичну рентабельність, чистий вигреш в енергії, проаналізувати визначення поняття «енергоефективність» у наукових працях, а також в «Директиви 2012/27/ЄС» [2]; розглянути парадокс Джевонса як приклад неоднозначного поведіння використання кількості енергоресурсів у результаті підвищення ефективності; обґрунтувати відмінність у підходах в управлінні ефективністю використання відновлюваного і невідновлюваного енергоресурсів; запропонувати методика розрахунку «енергетичної рентабельності» на основі функціональних залежностей між отриманою та витраченою енергією.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним із основних показників в оцінці енергоефективності у світовій науковій літературі є показник енергетичної рентабельності EROEI. У деяких наукових дослідженнях його визначають, як EROI (energy return on investment) – співвідношення отриманої енергії до витраченої. Енергетична рентабельність у фізиці, економічній та екологічній енергетиці – це відношення кількості придатної до використання (корисної) енергії, отриманої з певного джерела енергії (ресурсу), до кількості енергії, витраченої на отримання цього енергетичного ресурсу [3, с.102–118; 4; 11]:

$$EROEI = \frac{\text{Energy returned}}{\text{Energy invested}} = \frac{\text{Отримана енергія}}{\text{Витрачена енергія}} \quad (1)$$

Поряд з показником EROEI, в зарубіжній літературі зустрічається показник NEG (англ. Net Energy Gain) – «чистий вигреш в енергії». Цей показник використовується в енергетиці, економіці. Він показує різницю між отриманою енергією та витраченою на виробництво цього джерела енергії [3]:

$$NEG = \text{Energy Consumable} - \text{Energy Expender} \quad (2)$$

де Energy Consumable – отримана енергія;

Energy Expender – витрачена енергія;

NEG – чистий вигреш в енергії.

Чистий вигреш в енергії описує абсолютні значення, а EROEI показує співвідношення або ефективність процесу. Можна помітити, що ці показники пов'язані формулою:

$$EROEI = \frac{NEG}{\text{Energy invested}} + 1 \quad (3)$$

Варто зауважити, що приріст чистої енергії, який може бути виражений у Джоулях (Дж.), відрізняється від показника фінансової вигоди, який може виникнути в результаті процесу виробництва енергії, у зв'язку з тим, що різні джерела енергії (наприклад, природний газ, вугілля тощо) можуть бути оцінені по-різному для тієї ж кількості енергії. Факторами, які необхідно враховувати при розрахунку EROEI і NEG, є: види енергії; способи використання та придбання енергії; методи, що використовуються для транспортування або зберігання енергії; технологічний рівень розвитку того чи іншого способу виробництва енергії.

Варто констатувати, що ці показники є динамічними. Це дозволяє зробити низку висновків, що стосуються як загальних тенденцій розвитку суспільства, так і безпосередньо розвитку енергетичної галузі, а також оцінювати той чи інший енергетичний ресурс для процесу виробництва.

У світовій науковій літературі, що приділяє увагу економічному аналізу енергетичних систем, тенденцій розвитку, дослідженню енергоефективності, енергетичним прогнозам, використовуються різні підходи та методики розрахунку цих показників. Так, World Nuclear Association (Міжнародна Ядерна Асоціація) у своєму енергетичному аналізі наводить низку показників EROEI, що змінюються залежно від технологічного прогресу [12].

Досліджуючи проблему, пов'язану з енергоефективністю, не можна не приділити увагу парадоксу Джевонса. Парадокс Джевонса (або ефект Джевонса) – це твердження, що технологічний прогрес, який збільшує ефективність використання ресурсу, може збільшувати (а не зменшувати) обсяг його споживання. У 1865 р. англійський економіст Вільям Стенлі Джевонс зазначив, що технологічні удосконалення, які збільшують ефективність використання вугілля, призводять до збільшення споживання вугілля в різних сферах промисловості. Він стверджував, що, всупереч інтуїції, не можна покладатися на технологічні удосконалення в справі зниження споживання палива [13, с.7–78].

Це питання було знову розглянуто сучасними економістами, які вивчали зворотний ефект споживання від підвищення енергоефективності. Підвищення ефективності знижує відносну вартість використання ресурсу, що призводить до збільшення попиту на ресурс, потенційно перешкоджаючи будь-якій економії від збільшеної ефективності. Крім того, підвищення продуктивності прискорює економічне зростання, додатково збільшуючи попит на ресурс. Парадокс Джевонса має місце, коли ефект підвищення попиту переважає зростання вартості енергоресурсів [14].

Враховуючи той факт, що Україна стає асоційованим членом Євросоюзу, а одним із стратегічних завдань є входження України в ЄС як повноправного суб'єкта, перед країною виникає низка проблем, одна з яких полягає у приведенні українського законодавства до норм законодавства ЄС. У свою чергу, це вимагає імплементації та приведення багатьох норм, методик розрахунку, визначень, показників тощо, у відповідність до норм ЄС. Ця проблема також стосується понять, що пов'язані з енергетичною ефективністю.

У директиві 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 р. енергетичній ефективності надано низку формулювань і визначень, а також запропоновано критерії і методики розрахунку: загальні принципи розрахунку електроенергії з когенерації; розрахунок економії первинних енергоресурсів; критерії для проведення енергоаудиту в рамках систем енергетичного менеджменту; принципи аналізу витрат і вигод; критерії енергоефективності для регулювання енергетичної мережі та мережевих тарифів на електроенергію тощо [2]. Ці визначення не завжди повною мірою узгоджуються із загальноприйнятою термінологією, що вживається в українській літературі. Частково це пов'язано з особливостями наукового перекладу, та, зокрема, з різним смисловим навантаженням того чи іншого визначення. Так, «енергія» – означає всі види енергетичних продуктів, горючих копалин, тепла, поновлюваних джерел енергії, електрики, або будь-якій іншій формі енергії, як це визначено у статті 2 (D) Регламенту (ЄС) № 1099/2008 Європейського парламенту і Ради від 22 жовтня 2008 р. за статистикою енергетики [15]. Наведемо деякі основні визначення з цієї Директиви (мовою оригіналу та у відповідній нумерації, доповнивши перекладом):

(4) «energy efficiency» means the ratio of output of performance, service, goods or energy, to input of energy; «Енергетична ефективність» означає відношення виходу (виконаних робіт, послуг, продукції або енергії) до кількості підведеної енергії;

(5) «energy savings» means an amount of saved energy determined by measuring and/or estimating consumption before and after implementation of an energy efficiency improvement measure, whilst ensuring normalisation for external conditions that affect energy consumption; «Енергозбереження» означає кількість збереженої енергії, яка визначається шляхом вимірювання та/або оцінки, споживання до і після реалізації заходів щодо поліпшення енергетичної ефективності, при забезпеченні нормалізації зовнішніх умов, які впливають на споживання енергії;

(6) «energy efficiency improvement» means an increase in energy efficiency as a result of technological, behavioural and/or economic changes; «Підвищення енергоефективності» означає підвищення ефективності використання енергії в результаті технологічних, поведінкових і/або економічних змін;

(36) «overall efficiency» means the annual sum of electricity and mechanical energy production and useful heat output divided by the fuel input used for heat produced in a cogeneration process and gross electricity and mechanical energy production; «Загальна ефективність» означає щорічну суму електричної, механічної виробленої енергії, а також корисного відпуску теплової енергії, поділеній на вхідне паливо, яке використовується для тепла, виробленого в процесі когенерації та валового виробництва електроенергії та механічної енергії;

(30) «cogeneration» means the simultaneous generation in one process of thermal energy and electrical or mechanical energy; «Когенерація» означає одночасне генерування в одному процесі теплової енергії та електричної або механічної енергії;

(41) «efficient district heating and cooling» means a district heating or cooling system using at least 50% renewable energy, 50% waste heat, 75% cogenerated heat or 50% of a combination of such energy and heat; «Ефективність централізованого тепlopостачання та охолодження» означає сегмент систем, опалення або охолодження з використанням, щонайменше, 50% відновлювальних джерел енергії, 50% відпрацьованого тепла, 75% когенованого тепла або 50% від поєднання такої енергії та теплової енергії тощо.

Неважко помітити, що багато визначень вимагають процедурних і уточнюючих моментів для їх імплементації в законодавство України, а також для оперування ними в наукових дослідженнях. Заслуговує на особливу увагу таблиця перетворень енергії різних видів палива для кінцевого споживача (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст енергії в різних видах палива для кінцевого використання [2]

Енергоресурс	кДж	кг (kgoe) умовного палива	кВт.г
1 кг коксу	28 500	0,676	7917
1 кг кам'яного вугілля	17 200–30700	0,411–0,733	4778–8528
1 кг бурого вугілля брикети	20 000	0,478	5556
1 кг чорного лігніту	10 500–21000	0,251–0,502	2917–5833
1 кг бурого вугілля	5 600–10500	0,134–0,251	1556–2917
1 кг горючих сланців	8 000–9 000	0,191–0,215	2222–2500
1 кг торфу	7 800–13800	0,186–0,330	2167–3833
1 кг торф'яний брикет	16 000–16800	0,382–0,401	4444–4667
1 кг мазуту (мазут)	40 000	0,955	11111
1 кг легкого дизельного палива	42 300	1,010	11750
1 кг автомобільний бензин	44 000	1,051	12222

Продовження табл. 1

1 кг парафіну	40 000	0,955	11111
1 кг зрідженого нафтового газу	46 000	1,099	12778
1 кг природного газу	47 200	1,126	13,10
1 кг зрідженого природного газу	45 190	1,079	12553
1 кг деревини (25% вологості)	13 800	0,330	3833
1 кг гранул / дерево брикет	16 800	0,401	4667
1 кг відходів	7 400–10700	0,177–0,256	2056–2972
1 МДж виробленого тепла	1 000	0,024	0278
1 кВтч електричної енергії	3 600	0,086	1

Ці показники будуть в подальшому використані для побудови математичної моделі, пов'язаної з аналізом ефективності використання невідновлюваного і відновлюваного енергетичного ресурсу.

У вітчизняній науковій літературі існує два різних підходи до визначення поняття «енергоефективність»:

- ступінь корисного використання підводиться до тієї чи іншої енергоустановки первинної енергії, яка залежить від вживаної технології для виробництва продукції, виконання робіт і надання послуг. Для підприємств показником енергоефективності їхнього функціонування є показник питомої витрати енергії на вироблену продукцію;
- енергоефективність є величиною, зворотною енергоемності, що показує, яку кількість одиниць продукції можна провести, витративши одиницю кількості енергії [16].

Вважаємо, що найбільш точно визначення надано в Директиві ЄС [2].

Поділяючи думку Пола Самуельсона в питанні, пов'язаному з різними підходами щодо управління ефективністю відновлюваного і невідновлюваного ресурсу: «Принципи ефективного управління цими двома класами ресурсів досить різні. Ефективне використання невідновлюваних ресурсів означає розподіл кінцевої кількості цих ресурсів у часі: чи варто використовувати низькозатратний природний газ для цього покоління, або зберегти його для майбутнього? Навпаки, розсудливе використання відновлюваних ресурсів має на увазі забезпечення того, щоб потік послуг ефективно підтримувався...» [17, с.383]. І саме це, на наш погляд, пояснює, а деякою мірою вказує подальший шлях розвитку як економіки в цілому, так і самого підприємства.

Цей постулат, на наш погляд, впливає з такого. По-перше, у відновлюваного енергоресурсу практично відсутня експоненціальне зростання ренти, породжена рідкістю, а значить, при збільшенні його використання, не виникає проблеми щодо зростання витрат, які відбуваються при аналогічному збільшенні використання невідновлюваного ресурсу. По-друге, при збільшенні використання відновлюваного енергетичного ресурсу замість невідновлюваного зберігається частина корисних копалин для майбутнього покоління. По-третє, відновлюваний енергетичний ресурс, не завдає негативний ефект довкіллю, який виникає при використанні в енергетичних цілях вуглецевмісного ресурсу, побічним продуктом якого є парникові гази. Всі ці перераховані чинники безпосередньо впливають на ефективність використання енергоресурсу.

Використовуючи математичний підхід, можна констатувати таке: практично в будь-якій інтерпретації поняття «ефективність» ми маємо справу з відношенням, в якому результат отриманого ефекту ділиться на витрати виражені або в кількісних показниках процесу, що відбувається, або в вартісних одиницях. Розглядаючи в такому аспекті відновлювані і невідновлювані енергоресурси, є можливість описати цей процес за допомогою математичної моделі. Але необхідно зробити певне зауваження про те, що реальний процес функціонально більш складний і вимагає додаткового дослідження. У зв'язку з цим, використаємо спрощену модель процесу:

$$\eta = \frac{A}{B} . \quad (4)$$

де  $\eta$  – ефективність процесу;  $A$  – корисна одержувана енергія;  $B$  – витрати.

Причому, показник витрат  $B$  може бути виражений як у вартісному еквіваленті, так і у вигляді кількісного показника енергії: у цьому розміркованні – це не принципово. Важливо те, як цей показник поводить ся у відношенні відновлюваного і невідновлюваного ресурсу. При використанні у виробництві невідновлюваного ресурсу, при потребі збільшити  $A$ , в будь-якому випадку буде спостерігатися зростання показника  $B$ , причому це буде пов'язано зі зростанням цілої низки показників, а саме: постійних витрат, змінних витрат, а в деяких випадках і витрат на устаткування, що дозволяють збільшити виробничу потужність. Але основне збільшення показника  $B$  відбуватиметься за рахунок збільшення кількості енергетичної сировини. Якщо аналогічні міркування проведемо для відновлюваного ресурсу, то легко помітити, що при потребі в збільшенні показника  $A$ , не зіткнемося зі зростанням витрат, пов'язаних з придбанням енергетичної сировини, так як сировина в цьому випадку має нульову вартість. Більше того, використання його у виробництві не завдає шкоди навколишньому середовищу побічними ефектами у вигляді виснаження ресурсу та парникових газів, що й варто було довести.

**Висновки і перспективи подальших розробок.** Таким чином, у статті досліджено економічне поняття «енергоефективність» та показники «енергетичної рентабельності (EROEI)», «чистого виграшу в енергії (NEG)», розглянуто визначення поняття «енергоефективність» у наукових працях, а також в «Директиві 2012/27/ЄС». Розглянуто парадокс Джевонса, обґрунтовано відмінність у підходах управління ефективністю відновлюваного та невідновлюваного енергоресурсів. Запропоновано застосувати методика розрахунку енергоефективності в дослідженнях згідно з рекомендаціями «Директиви 2012/27/ЄС», використовуючи також показник EROEI. За результатами дослідження можна зробити такі висновки. По-перше, енергоефективність є економічною категорією. Використовуючи цю категорію можна оцінити кількісно і якісно результати економічних механізмів інтенсифікації виробництва, мета яких спрямована на скорочення споживання енергоресурсів у виробничій діяльності. Це, у свою чергу, дозволяє дійти висновку про те, що енергоресурс необхідно розглядати у двох аспектах: енергоефективності та вартості. Показники EROEI і NEG є динамічними, а їх значення дозволяють робити низку висновків, що стосуються як загальних тенденцій розвитку суспільства, так і безпосередньо розвитку енергетичної галузі, оцінювати той чи інший енергетичний ресурс для процесу виробництва. Формулювання визначення, що надані в «Директивах 2012/27/ЄС» відносно «енергоефективності» містять комплексний підхід, а їх використання, у наукових дослідженнях, дасть можливість окреслити нові перспективи та шляхи трансформації енергетичного сектора на підприємствах України. Парадокс Джевонса вказує на те, що не завжди підвищення ефективності за рахунок технологічних покращень призводить до зменшення споживання енергоресурсу, а значить не завжди ринкові механізми призводять до енергоефективного використання ресурсу. У зв'язку з цим, можна припустити, що на обсяг споживання вуглецевмісного ресурсу впливають не тільки ринкові чинники. Підходи до управління ефективністю відновлюваного та невідновлюваного енергоресурсу різні. Для розрахунку енергетичної рентабельності в дослідженнях доцільно застосовувати методика, засновану на показниках EROEI і NEG. Розглянуті показники енергетичної рентабельності та енергоефективності будуть використані в подальших дослідженнях в якості критеріальних показників для оцінки економічного механізму впровадження сонячної електроенергетики на підприємствах.

### Література

1. Тащев Ю. В. Концептуальные различия возобновляемого и невозобновляемого ресурса: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. «Возобновляемая энергетика и энергоэффективность в XXI веке», (Киев, 28–29 мая 2015 г.) / Ю. В. Тащев // Польская академия наук, НАН Украины [и др.]. – К., 2015. – С. 109–112.



2. Официальный сайт ЕС: Директива 2012/27/ЕС от 25 октября 2012 г. по энергетической эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:en:PDF>.
3. Murphy D. J. «Year in review EROI or energy return on (energy) invested». *Annals of the New York Academy of Sciences [Electronic source]* / D. J. Murphy, Charles A. S. Hall // *Ecological Economics Reviews*. – 2010. – Vol. 1185. – pp. 102–118. – Access: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x/abstract>.
4. Cutler C. Energy return on investment (EROI) [Electronic source] / C. Cutler // *The Encyclopedia of Earth* (30 August 2011). – Access: <http://www.webcitation.org/6DwaUY3Ih>.
5. Бурлака В. Г. Энергоэффективность как составляющая конкурентоспособности Украины / В. Г. Бурлака // *Актуальні проблеми економіки*. – 2012. – № 8. – С. 99–109.
6. Севастьянов Р. В. Энергоэффективность промышленных предприятий Украины та бар'єри з її впровадження [Электронный ресурс] / Р. В. Севастьянов, Я. Ю. Каліміна. – Режим доступа: [http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia\\_7\\_144.pdf](http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_7_144.pdf).
7. Мазур І. М. Энергоэффективность національної економіки як основа енергетичної безпеки / І. М. Мазур // *Прометей: регіональний зб. наук. праць з економіки*. – Донецьк: Інститут економіки промисловості НАН України. – 2014. – Вип. 3. – С. 20–26.
8. Мазур І. М. Аналіз енергетичної безпеки підприємства: теоретичні та практичні засади [Электронный ресурс] / І. М. Мазур // *Ефективна економіка*. – 2014. – № 3. – Режим доступа до журн.: <http://www.economy.nauka.com.ua>.
9. Кицкай Л. І. Энергоэффективность в Україні: аналіз, проблеми та шляхи підвищення / Л. І. Кицкай // *Інноваційна економіка*. – 2013. – № 3. – С. 32–37.
10. Про энергоэффективность: Проект Закону України № 5016 від 23.07.2009 р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://wl.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=5016&skl=7](http://wl.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=5016&skl=7).
11. National Renewable Energy «What is the Energy Payback for PV?» [Electronic source]. – Access: <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/37322.pdf>.
12. World Nuclear Association / Energy Analysis of Power Systems (Updated February 2015) [Electronic source]. – Access: <http://www.world-nuclear.org/info/Energy-and-Environment/Energy-Analysis-of-Power-Systems>.
13. Polimeni J. M. Alcott Blake Historical Overview of the Jevons Paradox in the Literature / J. M. Polimeni, K. Mayumi, M. Giampietro // *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*. – Earthscan, 2008. – Pp. 7–78. – ISBN 1-84407-462-5.
14. Парадокс Джевона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс\\_Джевона](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Джевона).
15. Regulations of European Union No. 1099/2008 [Electronic source]. – Access: [http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L0027#ntr21L\\_201315EN.01000101-E0021](http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L0027#ntr21L_201315EN.01000101-E0021).
16. Гайнуллин И. Д. Современный взгляд на понятие и сущность энергоэффективности и энергоёмкости [Электронный ресурс] / И. Д. Гайнуллин, А. В. Тарасов. – Режим доступа: <http://mgutupenza.ru/mni/content/files/Gainullin,%20Tarasov.pdf>.
17. Самуэльсон П. Экономика / [Пол А. Самуэльсон, Вильям Д. Нордхаус; пер. с англ.]. – М.: БИНОМ, 1997. – 800 с.

## References

1. Tascheev, Y. (2015), *Conceptual differences of renewable and non-renewable resource: Materials of XVI International scientific and practical conference «Renewable energy and energy efficiency in the XXI century» [Kontseptualnye razlichiya vozobnovlyаемого i nevozobnovlyаемого resursa: Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Vozobnovlyаемaya energetika i energoeffektivnost v XXI veke»]*, Polish Academy of Sciences, National Academy of Sciences of Ukraine [and others], Kyiv, pp. 109–112 (rus)



2. Official website the European Union: Guideline 2012/27/EU of 25 October 2012 on energy efficiency, available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:en:PDF> (rus)
3. Murphy, D. J., Charles A. S. Hall (2010), «Year in review EROI or energy return on (energy) invested». *Annals of the New York Academy of Sciences, Ecological Economics Reviews*, Vol. 1185, pp. 102–118, available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x/abstract>.
4. Cutler C. Energy return on investment (EROI). *The Encyclopedia of Earth* (30.08.2011), available at: <http://www.webcitation.org/6DwaUY3Ih>.
5. Burlaka, V. G. (2012), «Energy efficiency as a constituent of Ukraine's competitiveness» [Energoeffektivnost kak sostavlyayushchaya konkurentosposobnosti Ukrainy], *Actual Problems of Economics*, No. 8, pp. 99–109 (rus)
6. Sevastianov, R. V., Kalitina, Ya. Yu. (2014), «Energy efficiency of industrial enterprises of Ukraine and the barriers to its implementation» [Enerhoefektyvnist promyslovykh pidpriemstv Ukrainy ta bariery z yii vprovadzhennia], available at: [http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia\\_7\\_144.pdf](http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_7_144.pdf) (ukr)
7. Mazur, I. M. (2014), «Energy efficiency of the national economy as the basis of energy security»: «Prometey»: regional collection of scientific works in economics [Enerhoefektyvnist natsionalnoi ekonomiky yak osnova enerhetychnoi bezpeky: «Prometei»: rehionalnyi zbirnyk naukovykh prats z ekonomiky], *Institute of Industrial Economics the NAS of Ukraine*, Issue 3, pp. 20–26 (ukr)
8. Mazur, I. M. (2014), «Analysis of energy security of a company: theoretical and practical bases» [Analiz enerhetychnoi bezpeky pidpriemstva: teoretychni ta praktychni zasady], *Effective economy*, No. 3, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua> (ukr)
9. Kytskay, L. I. (2013), «Energy Efficiency in Ukraine: analysis, problems and ways to improve» [Enerhoefektyvnist v Ukraini: analiz, problemy ta shliakhy pidvyschennia], *Innovative Economy*, No. 3, pp. 32–37 (ukr)
10. «On Energy Efficiency: Legal Act of Ukraine, No. 5016, 23.07.2009» [Proekt Zakonu Ukrainy «Pro enerhoefektyvnist», No. 5016, 23.07.2009], available at: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=5016&skl=7](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=5016&skl=7) (ukr)
11. National Renewable Energy «What is the Energy Payback for PV?», available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/37322.pdf>.
12. World Nuclear Association. *Energy Analysis of Power Systems (Updated February 2015)*, available at: <http://www.world-nuclear.org/info/Energy-and-Environment/Energy-Analysis-of-Power-Systems>.
13. Polimeni, J. M., Mayumi, K., Giampietro, M. (2008), *Alcott Blake Historical Overview of the Jevons Paradox in the Literature. The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*, Earthscan, pp. 7–78, ISBN 1-84407-462-5.
14. Paradox Dzhevona, available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс\\_Джеводна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Джеводна).
15. Regulations of European Union No. 1099/2008 [Reglament Evropeyskogo Soyuzu No. 1099/2008], available at: [http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L0027#ntr21L\\_201315EN.01000101-E0021](http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L0027#ntr21L_201315EN.01000101-E0021).
16. Hainullyn, Y. D., Tarasov, A. V. *Modern view on the the concept and essence of energy efficiency and energy* [Sovremenny vzglyad na ponyatie i sushchnost energoeffektivnosti i energoemkosti], available at: <http://mgutupenza.ru/mni/content/files/Gainyllin%20Tarasov.pdf> (rus)
17. Samuelson, Pol A., Nordkhaus, Vilyam D. (1997), *Economics. Trans. from Eng.* [Ekonomika; per. s angl.], Publisher BYNOM, Moscow, 800 p. (rus)