

*Кузнецова Г.О.**к.е.н., докторант,**ПВНЗ «Міжнародний університет бізнесу і права»**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8048-6631>**Kuznyetsova Galyna**International University of Business and Law*

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС РЕГІОНА

### ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE INTRODUCTION OF NON-TRADITIONAL AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE ENERGY BALANCE OF THE REGION

**Анотація.** В статті розглянуто основні критерії оцінки ефективності залучення нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) до паливно-енергетичного балансу регіону країни. Обґрунтовано, що необхідність оцінки ефективності та комбінування енергетичних установок по перетворенню різних за природою і характером дії НВДЕ вимагає використання єдиного системного підходу до аналізу як окремих технологій перетворення енергії, так і комбінованих систем на мезорівні. Запропонована автором система критеріїв є комплексною, враховує витрати на створення виробничої бази енергетики та дозволяє оцінити ефективність використання систем з НВДЕ в енергосистемі регіону. Оцінка викладених у статті критеріїв відповідно до наведеної методики є основою для розробки оптимізаційної моделі залучення НВДЕ в енергобаланс регіону.

**Ключові слова:** системний підхід, нетрадиційні відновлювані джерела енергії, критерії ефективності, методики кількісних оцінок, паливно-енергетичний баланс регіону, регіональна економіка.

**Постановка проблеми.** Формування паливно-енергетичних балансів регіонів є невід'ємною складовою формування ефективного функціонування регіональних енергетичних комплексів. Специфіка складання цих балансів укладається в комплексному визначенні потреб регіонів в паливно-енергетичних ресурсах на підставі аналізу нагальних потреб всіх споживачів і технічного

стану об'єктів енергопостачання. Важливою умовою успіху цієї роботи є можливість формування різних варіантів регіональних потреб в паливно-енергетичних ресурсах на опалювальний сезон з урахуванням тенденцій розвитку регіону, а також визначення необхідних обсягів фінансових коштів, що забезпечують повне задоволення потреб регіонів і міст в енергоносіях. Усе вищезазначене і зумовило актуальність даного дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливі аспекти розвитку відновлюваної енергетики стали предметом дослідження низки зарубіжних науковців. Зокрема, слід відзначити Н. Вагнера, Д. Гілена, М. Делуччі, М. Джейкобсона, Д. Ергіна, І. Коссе, Є. Круковську, А. Макрона, У. Мосленера, Дж. Радеке, Д. Сайгіна, Р. Титко, Е. Ушера, Г. Фелль та ін.

Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних і науково-прикладних засад розвитку відновлюваної енергетики в Україні зробили вітчизняні дослідники І. Андрійчук, С. Боблях, В. Білодід, П. Васько, Г. Гелетуха, М. Гнідий, Г. Денисенко, О. Дроздова, С. Дубовський, Т. Железна, В. Калініченко, В. Клюс, А. Конеченков, С. Кудря, М. Кулик, П. Кучерук, Ю. Морозов, Н. Мхітарян, О. Новосельцев, Е. Олійник, Г. Півняк, В. Резцов, Ф. Шкрабець та ін.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Вибір ефективних

варіантів енергопостачання споживачів це складна проблема системного аналізу. Відповідно з цим, предметом вибору може бути найбільш ефективний вид енергоносія, сировини, обладнання, режиму експлуатації, потужності, ступеня централізації виробництва енергії, строків спорудження об'єктів. Вибір ефективного варіанту повинен здійснюватися з урахуванням інтересів економічної та екологічної політики, виробників і споживачів енергії. У всіх цих випадках на практиці враховуються різні складові витрат і результатів виробництва.

**Мета статті.** Метою дослідження є оцінювання ефективності впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в енергетичний баланс регіону.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідність оцінки ефективності та комбінування енергетичних установок по перетворенню різних за природою і характером дії нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) вимагає використання єдиного системного підходу до аналізу як окремих технологій перетворення енергії, так і комбінованих систем [1].

Вибір ефективних варіантів енергопостачання споживачів це складна проблема системного аналізу, тому що системи енергопостачання розрізняються за багатьма ознаками [2]:

- рід використовуваного енергоносія і технології виробництва енергії;
- ступінь централізації і взаємозамінності джерел енергії;
- режими експлуатації;
- терміни спорудження та експлуатації об'єктів і т.д.

Відповідно з цим, предметом вибору може бути найбільш ефективний вид енергоносія, сировини, обладнання, режиму експлуатації, потужності, ступеня централізації виробництва енергії, строків спорудження об'єктів.

Вибір ефективного варіанту повинен здійснюватися з урахуванням інтересів економічної та екологічної політики, виробників і споживачів енергії. У всіх цих випадках на практиці враховуються різні складові витрат і результатів виробництва.

Системи енергопостачання створюються, в кінцевому рахунку, для виконання цілком певної мети – задоволення попиту споживачів на енергію при мінімальній потребі в ресурсах і найменшій сумарній шкоді протягом певного періоду часу [3]. Останній, як правило, включає в себе цілий набір доданків: екологічні, економічні, соціальні, політичні і т. д. Мірою виконання поставленої мети є ефективність системи, яка характеризується одним або декількома параметрами, названими критеріями ефективності. Критерії ефективності дозволяють вирішити основну задачу аналізу систем енергозбереження – вибір найкращого варіанту, що забезпечує оптимальну реалізацію заданої мети, і аналіз чинників, що визначають існування такого варіанту і їх вплив на остаточне рішення [2].

Основними критеріями при вирішенні поставлених завдань є [4-6]:

- ресурсна значимість (технічний потенціал категорій відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в регіоні);
- економічна значимість (середня ціна виробництва електричної та теплової енергії на основі ВДЕ і т. д.);
- соціальна значимість (створення додаткових робочих місць; сприяння розвитку місцевої промисловості і т. д.);
- позаенергетична значимість (додатковий дохід від виробництва неенергетичної продукції і т. д.);
- бюджетна значимість (надходження податків до місцевого бюджету; сприяння розвитку місцевої промисловості і т. д.);
- екологічна значимість (зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, у тому числі парникових газів; раціональне використання органічного палива і т. д.);
- енергетична значимість (величина енерговіддачі ресурсу ВДЕ; зниження дефіциту електроенергії в регіоні, в районі, на підприємстві; зниження втрат енергії в мережах; зниження завезення викопного палива і т. д.).

На основі оцінки цих критеріїв визначається інтегральна значимість для об'єкта відновлюваної енергетики. Шляхом зіставлення інтегральних оцінок визначаються першочергові об'єкти для фінансування,

перспективні напрями розвитку відновлюваної енергетики (ВЕ) та обсяги їх залучення в паливно-енергетичний баланс (ПЕБ).

*Ресурсна значимість.* При створенні об'єктів ВЕ мова йде про виробництво додаткової електричної та/або теплової енергії на основі використання енергії навколишніх природних процесів. Тому при виборі першочергових об'єктів, перспективних напрямків та обсягів залучення ВДЕ до паливно-енергетичного балансу необхідно враховувати перспективну значимість використовуваного відновлюваного ресурсу для регіону та примикаючих до нього областей. Обсяг невикористаних відновлюваних ресурсів в регіоні визначає потенційну, можливу масовість впровадження ВДЕ.

На основі аналізу наявних ресурсів можна прогнозувати масовість впровадження тих чи інших об'єктів ВЕ в регіоні. Першим критерієм відбору першочергових об'єктів, напрямів та обсягів залучення ресурсу ВДЕ до ПЕБ є ресурсна значимість (відновлюваного ресурсу).

*Економічна значимість.* Об'єкти ВЕ матимуть різні економічні характеристики, які в свою чергу визначатимуть економічну значимість об'єкта. Мета техніко-економічних оцінок – визначити прибутковість створення об'єкта ВЕ як в цілому для суспільства, так і для конкретних господарюючих суб'єктів, що реалізують проекти.

Критерієм економічної ефективності варіанта є величина відношення сумарного дисконтованого доходу за розрахунковий період до сумарних дисконтованих витрат за цей самий період. Якщо дисконтовані доходи за розрахунковий період перевищують витрати, то об'єкт відновлюваної енергетики вважається кращим, ніж альтернативний.

*Соціальна значимість.* При зіставленні варіантів розвитку об'єктів ВЕ часто упускаються (або недостатньо враховуються) вельми важливі характеристики цих об'єктів, які визначають їх соціальну значимість. З різними об'єктами відновлюваної енергетики, як правило, пов'язані різні соціальні ефекти: масштаб залучення трудових ресурсів (А), рівень надійності енергопостачання споживачів (Б), ступінь живу-

чості споживачів (В) та інші. Говорячи про соціальну порівнянність різних варіантів розвитку обсягів ВЕ, необхідно виділяти, по крайній мірі, три зазначених соціальних ефекти [4, 6].

Перший (а) – залучення певної кількості працівників (трудових ресурсів) в об'єкт і тим самим їх відволікання від інших сфер діяльності. Облік трудових ресурсів, що тягнуться, в економічних розрахунках здійснюється введенням певної плати за трудові ресурси. Причому ця плата може братися як з плюсом, так і з мінусом в залежності від економічного стану регіону (наявність безробіття).

Другий (б) – соціальний ефект пов'язаний з характеристиками надійності енергопостачання споживачів. Важливість цих характеристик для об'єктів енергопостачання надзвичайна. Облік цього соціального ефекту може проводитися за двома напрямками. Перший – облік можливих збитків від перерв енергопостачання. Другий – облік витрат на дублювання і (або) відновлення енергопостачання споживачів.

Третій (в) – соціальний ефект обумовлений підтриманням живучості споживачів (поселень). Наприклад, створення котельні або ТЕЦ на деревному паливі сприяє підвищенню живучості поселення. Кошти, що витрачаються на заготівлю деревного палива, по суті, можуть розглядатися як засоби, що підтримують живучість поселення.

В цілому можна говорити про деяку «соціальну ціну», що відображає відповідні витрати або доходи суспільства при виробництві енергії за допомогою даної енергетичної технології.

*Позаенергетична значимість.* При зіставленні варіантів розвитку об'єктів ВЕ можуть мати місце різні додаткові позаенергетичні ефекти (наприклад, виробництво на біогазових установках високоякісних добрив, підвищення продуктивності худоби при використанні систем електрообігріву за рахунок можливостей тонкого регулювання мікроклімату тощо).

Облік позаенергетичних ефектів (технологічних) може бути здійснений двома способами. Перший слід використовувати,

якщо принципово можливо технічними засобами довести порівнювані об'єкти до однакового стану. Шлях традиційний – облік витрат із доведенням до однакового поза-енергетичного ефекту. Другий спосіб слід використовувати, якщо технічно неможливо (або вкрай складно) довести об'єкти до однакового стану. У цьому випадку можна врахувати різницю ефектів через обсяги додатково виробленої продукції, продуктивність праці, використання інших ресурсів. Необхідно мати на увазі, що ця складова визначається виробничою характеристикою об'єктів енергопостачання, тобто є диференційованою пооб'єктно.

*Бюджетна значимість.* Бюджетна значимість варіантів розвитку об'єктів ВЕ визначається обсягами надходження податків до регіонального бюджету, сприянням розвитку місцевої промисловості, доходами від зниження відволікаючих коштів на купівлю електроенергії із сусідніх енергосистем і викопного палива із суміжних регіонів [3].

*Екологічна значимість.* Об'єкти відновлюваної енергетики чинять різний вплив на навколишнє середовище. Різна екологічність об'єкта визначається тим збитком, який наноситься навколишньому середовищу створенням і функціонуванням об'єкта. Можливі, принаймні, два способи

його обліку. Перший – безпосереднє економічне визначення самого збитку і включення його у витрати, пов'язані з функціонуванням того чи іншого об'єкта. Такий шлях дає можливість відносного зіставлення різних об'єктів по їх впливу на навколишнє середовище. Другий – визначення тих витрат, які потрібні по кожному об'єкту для підтримання навколишнього середовища в прийнятному стані (неперевищення допустимих меж шкідливості, вилучень). У цьому випадку зіставляються системи за витратами, пов'язаними із порівнянням їх впливу на навколишнє середовище. У порівняльних розрахунках можуть використовуватися обидва способи. При цьому треба мати на увазі, що екологічна складова вкрай диференційована територіально [2].

*Енергетична значимість.* Енергетична значимість об'єкта визначає енергетичні ефекти, що мають місце при створенні об'єктів відновлюваної енергетики. Найбільш істотними енергетичними ефектами є: зниження дефіциту електричної енергії в регіоні, в районі, на підприємстві; зниження втрат в мережах і зниження завезення палива з інших областей.

Методики кількісних оцінок розглянутих критеріїв ефективності приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Методики кількісних оцінок критеріїв ефективності

Критерій	Методики кількісних оцінок
Економічна значимість	<p>В подальшому описі будуть використані наступні позначення:</p> <p><math>K_t</math> – капітальні вкладення в рік <math>t</math>;</p> <p><math>I_t</math> – поточні витрати в рік <math>t</math>;</p> $\bar{I}_t = I_t - I_{am-t};$ <p><math>I_{am-t}</math> – поточні витрати без амортизації на рік <math>t</math>;</p> <p><math>P_t</math> – приплив готівки в рік <math>t</math>;</p> <p><math>E</math> – вироблена енергія за розрахунковий період в натуральному вираженні;</p> <p><math>K\Sigma</math> – сумарні інвестиції в об'єкт;</p> <p><math>T</math> – розрахунковий період;</p> <p><math>r</math> – норма дисконтування;</p> <p><math>B_t</math> – коефіцієнт різночасності витрат;</p> $B_t = \frac{1}{(1+r)^t}$ <p><math>n_r</math> – річна процентна ставка за депозитами;</p> $r = \frac{n_r - b}{1+b}$ <p>Визначаються наступні основні критерії економічної ефективності, за якими слід здійснювати економічне зіставлення об'єктів або варіантів розвитку ВДЕ в певних обсягах:</p>

<p>Економічна значимість</p>	<p>1. За витратами на створення об'єктів ВДЕ та їх функціонування – сума повних витрат в об'єкти ВДЕ (з урахуванням інфляційних процесів, дисконтування, користування кредитами та ін.). За розрахунковий період, у межах якого визначається економічна оцінка системи</p> $B = \sum_{t=1}^{T_c} (k_t + \bar{u}_t) B_r.$ <p>2. За усередненими питомими повними дисконтованими витратами у розвиток ресурсів ВДЕ, що забезпечує видачу споживачеві корисної енергії протягом розрахункового періоду (цент/кВт*год):</p> $v = \frac{B}{E}.$ <p>3. За сумарним чистим дисконтованим доходом (ЧДД) від розвитку ресурсу ВДЕ за розрахунковий період:</p> $ЧДД = \sum_{t=1}^{T_c} (P_t - K_t - \bar{I}_t) B_t.$ <p>Якщо ЧДД &gt; 0, то розвиток ресурсів ВДЕ в даному обсязі є економічно доцільним.</p> <p>4. За індексом прибутковості (ІП):</p> $ІП = \frac{ЧДД}{K_{\Sigma}}.$ <p>5. За терміном окупності <math>T_o</math>, який визначається з урахуванням дисконтування з рівняння:</p> $\sum_{t=1}^{T_o} (P_t - K_t - \bar{I}_t) B_t = 0.$ <p>6. За внутрішньою нормою прибутковості (ВНП), яка визначається з рівняння:</p> $\sum_{t=1}^{T_o} (P_t - K_t - \bar{I}_t) \cdot \frac{1}{(1 + ВНП)^t} = 0.$ <p>Ці шість економічних показників дозволяють сформулювати повне уявлення про економічну доцільність об'єкта ВЕ або залучення певних видів і обсягів ресурсу ВДЕ в ПЕБ регіону. Визначальним критерієм є вартість 1 кВт*год виробленої електроенергії або вартість 1 Гкал виробленої теплової енергії. Питома вартість встановленої потужності також є важливим показником, але не основним. Наступними за значимістю найбільш якісними економічними індикаторами є індекс прибутковості, внутрішня норма прибутковості. Ці три показники можуть бути використані в якості основних показників економічної значущості створення об'єкта ВЕ або залучення ресурсів ВДЕ в ПЕБ регіону.</p>
<p>Соціальна значимість</p>	<p>Соціальна значимість визначається наступними факторами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кількістю використовуваних трудових ресурсів на стадії будівництва та експлуатації;</li> <li>• собівартістю виробництва електричної та/або теплової енергії енергетичних об'єктів (ЕО).</li> </ul> <p>Кількість використовуваних трудових ресурсів. При отриманні цієї оцінки слід розрізняти дві принципово різних ситуації:</p> <p>А. Стан регіональної економіки кризовий, є незатребувані трудові ресурси. У період спаду економіки є вільні трудові ресурси, і створенням нових робочих місць знижується соціальна напруженість, що є позитивним фактором для суспільства. «Соціальний дохід» оцінюється як витрати, які має нести суспільство, виплачуючи допомоги по безробіттю <math>P_b</math> (більш правильно використавши прожитковий мінімум). У цій ситуації дисконтований «соціальний дохід» береться з плюсом.</p> $B_{mp}^{сmp} = P_T \cdot T^{сmp}, B_{mp}^{експ} = P_T \cdot T^{експ}, P_T = P_B, \text{ якщо } P_B < P_{\phi зп},$ <p>де  <math>T^{сmp}</math> – чисельність працюючих на будівництві енергетичного об'єкта;  <math>T^{експ}</math> – чисельність експлуатаційного персоналу енергетичного об'єкта;  <math>P^{\phi зп}</math> – фонд заробітної плати.</p> <p>Б. стан регіональної економіки хороший, трудові ресурси затребувані повністю. У період підйому економіки має місце дефіцит трудових ресурсів, що стримує зростання виробництва. В силу обмеженості трудових ресурсів регулювання їх використання здійснюється через плату за трудові ресурси <math>P_{mp}</math>.</p> $B_{TP}^{сTP} = P_{TP} \cdot T^{сTP}, Z_{TP}^{сTP} = P_{TP} \cdot T^{експ}.$ <p>Цей «соціальний збиток» слід віднімати від сумарного дисконтованого доходу, тобто брати зі знаком мінус.</p> <p>Собівартість виробництва електричної та/або теплової енергії на ЕО. В цілому суспільство зацікавлене у створенні енергетичних об'єктів, що виробляють корисну енергію за мінімальною ціною.</p> <p>Для конкретних оцінок пропонуємо використовувати наступну методику. Визначається мінімальна кількість прямих робочих місць, створюваних в різних технологіях виробництва енергії на основі ВДЕ.</p>

<p>Позаенергетична значимість</p>	<p>При створенні об'єктів відновлюваної енергетики можливе виробництво деяких побічних продуктів або ефектів. Реалізація цієї продукції збільшує прибутковість об'єкта відновлюваної енергетики і покращує його економічні показники. Будемо називати ці доходи «позаенергетичними доходами». У першому наближенні «позаенергетичний дохід» можна розрахувати за формулою:</p> $B_j^{ПЕД} = C_j \cdot \Pi^j, B^{ПЕД} = \sum_{j=1}^n B_j^{ПЕД},$ <p>де  <math>C_j</math> – ринкова ціна побічного продукту <math>j</math>;  <math>m</math> – кількість вироблених побічних продуктів;  <math>\Pi^j</math> – обсяг виробленого побічного продукту <math>j</math>.</p>
<p>Бюджетна значимість</p>	<p>На місцеву регіональну владу в сучасних економічних умовах лягає основне навантаження фінансове та організаційне при спорудженні об'єктів відновлюваної енергетики. Бюджетна значимість об'єкта ВДЕ показує конкретні вигоди для регіональної влади і визначається:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обсягами надходжень податків у бюджет;</li> <li>• сприянням розвитку місцевої промисловості.</li> </ul> <p><i>Обсяг податкових надходжень до бюджету.</i> Різні інвестиційні проекти відновлюваної енергетики дають різний обсяг надходжень коштів до місцевого бюджету. Це особливо важливо враховувати при фінансуванні проектів з бюджетних коштів. Крім прямих ефектів від надходжень доходів до бюджету мають місце і непрямі ефекти, які можна оцінити за формулою:</p> $B_{под} = R_n \cdot I_{под},$ <p>де  <math>I_{под}</math> – обсяг податкових надходжень від реалізації проекту відновлюваної енергетики;  <math>R_n</math> – коефіцієнт, що визначає бюджетну значимість податкових надходжень.  <i>Кількість використовуваних місцевих матеріалів та обладнання.</i> Більш широке використання місцевих матеріалів та обладнання сприяє розвитку місцевої промисловості, залишаючи гроші в місцевому бюджеті. Оцінка цього соціального ефекту здійснюється через середню прибутковість місцевої промисловості <math>R_{II}</math>, %.</p> $B_{мо} = \frac{R_{II}}{100} \cdot K_{мо},$ <p>де  <math>K_{мо}</math> – вартість місцевих матеріалів та обладнання, що використовуються при створенні об'єкта відновлюваної енергетики.</p>
<p>Екологічна значимість</p>	<p>Різні енергетичні технології по-різному впливають на навколишнє середовище.  <i>Оцінка екологічного збитку.</i> При виробництві електроенергії об'єктами ВЕ витісняється електроенергія, що надходила із сусідніх енергосистем. При цьому якщо використовується непаливна технологія, то в цьому випадку екологічний збиток дорівнює нулю. При використанні паливної технології (торф, деревні відходи, біогаз та ін.) має місце негативний екологічний збиток, обумовлений спалюванням місцевого палива для виробництва електроенергії та додатковими викидами окислів сірки азоту і вуглекислого газу в атмосферу.          При виробництві теплової енергії об'єктами ВЕ місцевим паливом витісняється привізне паливо (мазут, вугілля, природний газ). У цьому випадку екологічний ефект від впровадження об'єктів ВЕ буде позитивним. При комбінованому виробництві електричної і теплової енергії мають місце і негативний, і позитивний екологічний ефекти. В цьому випадку сумарний ефект може бути як позитивним, так і негативним.  <i>Оцінка обсягу викидів в атмосферу від спалювання палива.</i> Екологічна чистота установок відновлюваної енергетики в порівнянні з традиційною енергетикою загальновідома. В якості найважливішого цей критерій виступає при спорудженні енергоустановок в містах і населених пунктах зі складною екологічною ситуацією, особливо в місцях масового відпочинку населення, заповідниках, заказниках і т. д. Розрахунок обсягів викидів в атмосферу проводиться за питомими показниками викидів:</p> $Q_{ij} = q_{ij} \cdot W^j,$ <p>де  <math>i</math> – вид викидів;  <math>j</math> – вид палива;  <math>W^j</math> – обсяг спалюваного палива виду <math>j</math>.          Річні витрати на охорону навколишнього середовища (плата за викиди) можуть оцінюватися за формулами:</p> $I_i^{ек} = P_i \cdot Q_i, I^{ек} = \sum_{i=1}^6 I_i^{ек},$ <p>де <math>P_i</math> – плата за викиди.</p>

Енергетична значимість	Енергетична значимість визначається наступними факторами: ефекти від зниження дефіциту енергії; ефекти від зниження втрат в мережах; ефекти від зниження завезення палива. <i>Ефект від зниження дефіциту енергії</i> можна визначити як частину коштів, сплачених за електроенергію, отриману з сусідніх енергосистем
	$B_n = \frac{R_n}{100} \cdot C_e \cdot E,$
	де $R_n$ – прибутковість за грошовими коштами, залишеними в бюджеті, %; $C_e$ – ціна за електроенергію, одержувану із сусідніх енергосистем; $E$ – вироблення електроенергії об'єктом відновлюваної енергетики. Ефект від зниження втрат в мережах при створенні нового ЕО визначається за формулою:
	$B_{втр} = C_e \cdot E_{втр},$
	де $C_e$ – середня ціна за електроенергію в місцевій енергосистемі; $E_{втр}$ – зниження втрат в мережах при створенні об'єкта відновлюваної енергетики. Ефекти від зниження завезення палива. Створення об'єктів відновлюваної енергетики призводить до зниження обсягу палива, що завозиться. Ефекти від зниження обсягу палива, що завозиться, визначаються як частина грошових коштів, залишених у бюджеті.
	$B_r = \frac{R_n}{100} \cdot C_r \cdot V_r,$
	де $R_n$ – прибутковість за грошовими коштами, залишеними в бюджеті, %; $V_r$ – обсяг палива, який заміщується місцевими видами палива.

Джерело: розроблено автором

**Висновки і пропозиції.** Вибір ефективних варіантів енергопостачання споживачів це складна проблема системного аналізу. Відповідно з цим, предметом вибору може бути найбільш ефективний вид енергоносія, сировини, обладнання, режиму експлуатації, потужності, ступеня централізації виробництва енергії, строків спорудження об'єктів. Вибір ефективного варіанту повинен здійснюватися з урахуванням інтересів економічної та екологічної політики, виробників і споживачів енергії. У всіх цих випадках на практиці враховуються різні складові витрат і результатів виробництва. Запропонована система критеріїв є комплексною, враховує витрати на створення виробничої бази енергетики та дозволяє оцінити ефективність використання систем з НВДЕ в енергосистемі регіону. Оцінка викладених критеріїв у відповідності до наведеної методики є основою для розробки оптимізаційної моделі залучення НВДЕ в енергобаланс регіону.

#### Література:

1. Лапко О. Інноваційна діяльність в області енергозбереження. Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: зб. наук. праць. Київ: Манускрипт, 2016. С. 222-225.
2. Ратушняк Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. Вінницький національний технічний ун-т. Вінниця: УНІВЕР-СУМ-Вінниця, 2014. 136 с.
3. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Загальні засади енергозбереження / за ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. Київ: Академперіодика, 2016. 234 с.
4. Ткаченко М.О. Організаційно-економічний механізм управління інноваційним потенціалом енергозбереження промислового підприємства. *Механізм регулювання економіки*. 2016. № 3. Т.2. С. 162-167.
5. World Energy Outlook 2018. International Energy Agency.
6. Key world energy statistics 2018. International Energy Agency.

**Анотація.** В статье рассмотрены основные критерии оценки эффективности вовлечения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в топливно-энергетического баланса региона страны. Обосновано, что необходимость оценки эффективности и комбинирования энергетических установок по преобразованию различных по природе и характеру действия НВИЭ требует использования единого системного подхода к анализу как отдельных технологий преобразования энергии, так и комбинированных систем

на мезоуровне. Предложенная автором система критериев является комплексной, учитывает расходы на создание производственной базы энергетики и позволяет оценить эффективность использования систем с НВИЭ в энергосистеме региона. Оценка изложенных в статье критериев в соответствии с приведенной методикой является основой для разра-

ботки оптимизационной модели привлечения НВИЭ в энергобаланс региона.

**Ключевые слова:** системный подход, нетрадиционные возобновляемые источники энергии, критерии эффективности, методики количественных оценок, топливно-энергетический баланс региона, региональная экономика.

**Summary.** The article considers the main criteria for assessing the effectiveness of the involvement of non-traditional and renewable energy sources (RES) in the fuel and energy balance of the country's region. It is proved that the need to assess the efficiency and combination of power plants for the transformation of different in nature and nature of the action of RES requires the use of a unified system approach to the analysis of both individual energy conversion technologies and combined systems at the meso-level. The system of criteria proposed by the author is complex, takes into account the costs of creating a production base of energy and allows assessing the effectiveness of the use of systems with RES in the power system of the region. Evaluation of the criteria set out in the article in accordance with the above methodology is the basis for the development of an optimization model for attracting RES to the energy balance of the region. The formation of fuel and energy balances of regions is an integral part of the formation of the effective functioning of regional energy complexes. The specifics of drawing up these balances is a comprehensive definition of the needs of the regions in fuel and energy resources on the basis of the analysis of the urgent needs of all consumers and the technical condition of energy supply facilities. An important condition for the success of this work is the ability to generate different variants of regional needs for fuel and energy resources for the heating season based on the trends of development of the region and determine the necessary financial resources, ensuring the needs of regions and cities for energy. The choice of efficient energy supply options for consumers is a complex problem of system analysis. In accordance with this, the subject of choice can be the most efficient type of energy carrier, raw materials, equipment, operating mode, capacity, degree of centralization of energy production, construction time of facilities. The choice of an effective option should take into account the interests of economic and environmental policy, energy producers and consumers. In all these cases, different components of production costs and results are taken into account in practice.

**Keywords:** system approach, unconventional renewable energy sources, efficiency criteria, quantitative assessment methods, fuel and energy balance of the region, regional economy.