

УДК 621.311.24 (477)

В. М. ОЛЕЙКО

Н.С. СТРЕЛЬБИЦЬКА

Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НВДЕ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

*В статье исследуется энергетический потенциал областей Украины путем определения суммы нормируемого потенциала нетрадиционных и возобновительных источников энергии. Анализируются отличия в расчете энергетического потенциала НВДЭ областей с помощью технически-достижимых и экономически-целесообразных значений показателей.*

*У статті досліджується енергетичний потенціал областей України шляхом визначення суми нормованого потенціалу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. Аналізуються відмінності у розрахунку енергетичного потенціалу НВДЕ областей за допомогою технічно-досяжних та економічно-доцільних значень показників.*

### Вступ

Проблема стабільного та надійного енергопостачання є актуальною для всіх країн світу, зокрема й для експортерів та імпортерів енергоносіїв. Загострення енергетичного питання у 21 ст. змушує шукати альтернативи традиційним енергоносіям. Такою альтернативою стали нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії (НВДЕ). Не зважаючи на велику кількість критиків та прихильників розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, все більше країн-імпортерів традиційних енергоносіїв виділяють коштів на реалізацію даного напрямку.

Вітчизняні вчені та практики також розглядають використання НВДЕ як один з варіантів зменшення енергетичної залежності України від імпортової нафти та газу. Зважаючи на актуальність даного дослідження, у статті поставлено за завдання дослідити енергетичний потенціал НВДЕ України у розрізі областей. Це дасть змогу визначити якими НВДЕ області забезпеченні найбільше на одного мешканця – споживача енергії та проранжувати їх за значенням суми нормованого потенціалу даних ресурсів. Так, як саме забезпеченість ресурсами на одного мешканця і визначає інвестиційну привабливість проектів НВДЕ.

### Основна частина

Потенціал відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії визначається кліматичними характеристиками, обсягами відходів виробництва та промислової переробки його продукції тощо. Особливості природних умов та господарської діяльності визначають регіональні відмінності потенціалу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. При аналізі можливостей та перспектив використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та оцінки їх майбутніх ролей в енергокомплексах регіонів, на нашу думку, важливо розглядати не лише кожний ресурс ізольовано, але й проводити типологію областей на основі характеристики рівня забезпеченості ресурсами комплексу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, що мають найбільше значення для даного регіону.

На нашу думку, дослідження наявних нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії окремо та в сукупності по областях України, дасть змогу не лише визначити перевагу у забезпеченості зазначеними ресурсами по областях, але й ідентифікувати для потенційних інвесторів зони найбільшої зацікавленості у розвитку тих чи інших НВДЕ.

Для розрахунку комплексної оцінки ресурсів НВДЕ використано методику розрахунку суми нормованого потенціалу НВДЕ. На нашу думку, оцінку забезпеченості регіонів

ресурсами НВДЕ необхідно проводити в залежності від кількості жителів – споживачів енергії.

Для співставлення показників, що мають різний порядок величин, потрібно провести нормування значень по кожному показнику потенціалу ресурсів, що є модифікацією алгоритму розробленого В.С. Тикуновим. Алгоритм нормування показників дає змогу отримати характеристики розміщення територіальних одиниць на єдиній шкалі та проранжувати дані територіальні одиниці. Нормалізація первинних показників дозволяє знівелювати їхні відмінності в одиницях виміру та зберегти те ж саме співвідношення між різними видами ресурсів по різних регіонах. Нормовані значення ( $a_{ij}$ ) питомого потенціалу ресурсів розраховується по формулі:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^0}{x_j^{\max} - x_j^0}, i = 1, 2, 3 \dots n, j = 1, 2, 3 \dots n.$$

де  $n$  – кількість територіальних одиниць,

$m$  – кількість показників потенціалу ресурсів ( $x_{ij}$ )

$x_j^0$  – найменше значення (по кожному показнику ресурсів) зі всіх регіонів,

$x_j^{\max}$  – найбільше значення показника.

Таке нормування дає можливість виразити відхилення всієї системи показників від найкращих та найгірших значень й таким чином достовірніше їх виміряти. Нормування дозволяє позбутися кількісних співвідношень між значеннями питомого потенціалу по різних видах ресурсів для досліджуваних територіальних одиниць.

Важливою також є характеристика загальної забезпеченості територіальних одиниць НВДЕ. Для цього визначаємо суму значень по всім часткам нормованих потенціалів ресурсів по окремим видам НВДЕ:

$$S_i = \sum_{j=1}^m \frac{x_{ij} - x_j^0}{x_j^{\max} - x_j^0}, i = 1, 2, 3 \dots n, j = 1, 2, 3 \dots n.$$

Дана величина називається сумою нормованих потенціалів або СНП [1].

Під час проведення дослідження ми використовували наступні дані:

– технічно-досяжний енергетичний потенціал НВДЕ (сонячна енергетика, геотермальна енергетика, мала гідроенергетика, енергія біомаси, теплова енергія стічних вод, теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод, енергія вітру);

– технічно-досяжний енергетичний потенціал біомаси (деревина, біогаз, рослинна біомаса та інші відновлювальні органічні енергоносії);

– доцільно-економічний потенціал (сонячна енергетика, гідроенергетика малих рік, низькопотенціальна теплота ґрунту та ґрунтових вод, енергія стічних вод);

– постійне населення по областям станом на 1 липня 2010 року [2].

В результаті проведеної оцінки на основі даних про технічно-досяжний енергетичний потенціал областей (т. у. п на 1 чол.) та проранжувавши суми нормованих потенціалів, отримано табл. 1.

Згідно наведеної таблиці можна виділити три групи областей по значенням суми нормованих потенціалів:

1. Група (межі значень від 3 до 2): Херсонська, Закарпатська, Миколаївська, Полтавська, Кіровоградська, Чернігівська, Харківська, Запорізька;

2. Група (межі значень від 2 до 1): АР Крим, Сумська, Львівська, Луганська, Хмельницька, Черкаська, Вінницька, Житомирська, Тернопільська, Дніпропетровська, Донецька, Волинська, Івано-Франківська, Київська, Рівненська;

3. Група (межі значень від 1 до 0): Одеська, Чернівецька.

Отже, перша група характеризується порівняно високим рівнем забезпеченості НВДЕ, друга, яка є найбільшою – середнім, й третя група областей має порівняно найменший рівень забезпеченості, включених в аналіз, НВДЕ.

Таблиця 1

Рейтинг областей України за сумою нормованого потенціалу на основі даних технічно-досяжного потенціалу НВДЕ [3, 4]

Рейтинг	Область	Сума нормованого потенціалу НВДЕ
1	Херсонська	3,10
2	Закарпатська	2,90
3	Миколаївська	2,78
4	Полтавська	2,73
5	Кіровоградська	2,60
6	Чернігівська	2,19
7	Харківська	2,03
8	Запорізька	2,02
9	АР Крим	1,95
10	Сумська	1,95
11	Львівська	1,72
12	Луганська	1,65
13	Хмельницька	1,42
14	Черкаська	1,40
15	Вінницька	1,37
16	Житомирська	1,25
17	Тернопільська	1,23
18	Дніпропетровська	1,21
19	Донецька	1,21
20	Волинська	1,17
21	Івано-Франківська	1,17
22	Київська	1,13
23	Рівненська	1,03
24	Одеська	0,95
25	Чернівецька	0,90

Необхідно підкреслити, що у розрахунку вказаних даних таблиці 1 використовувались значення технічного або технічно-досяжного енергетичного потенціалу, який визначається з урахуванням стану сучасного розвитку технічної та технологічної бази відновлювальної енергетики і, як правило, встановлюється на певний термін (5-10 років). Крім того, при проведенні розрахунків технічного енергетичного потенціалу НВДЕ враховується також стан економічного розвитку країни – показники технічного енергопотенціалу залежать від спроможності закупівлі та впровадження найбільш сучасної світової техніки і технологій або необхідності орієнтуючись на власний рівень розвитку. Варто наголосити, що поняття “технічно-досяжний потенціал” не є тотожним поняттю “економічно-доцільний потенціал”.

Економічний або економічно-доцільний потенціал є найскладнішим для розрахунків, тому що при його визначенні враховують цілий ряд факторів – стан економічного розвитку, соціальні, техніко-технологічні та політичні фактори країн і територій [5].

На основі наявних даних по доцільно-економічному потенціалу сонячної енергетики, гідроенергетики малих річок, низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод, енергії стічних вод (т. у. п.), які на нашу думку, є більш об’єктивними та важливими для інвесторів, проведено дослідження по областях України (табл. 2).

Рейтинг областей України за сумою нормованого потенціалу на основі даних доцільно-економічного потенціалу певних видів НВДЕ [6]

Рейтинг	Область	Сума нормованого потенціалу НВДЕ
1	Кіровоградська	1,92
2	Луганська	1,56
3	Дніпропетровська	1,26
4	Донецька	1,26
5	Херсонська	1,25
6	Закарпатська	1,24
7	Черкаська	1,15
8	Чернігівська	1,15
9	Житомирська	1,14
10	Запорізька	1,11
11	Миколаївська	1,04
12	Львівська	1,00
13	Сумська	0,92
14	Полтавська	0,91
15	Харківська	0,90
16	Вінницька	0,89
17	Волинська	0,87
18	Одеська	0,86
19	АР Крим	0,82
20	Рівенська	0,81
21	Київська	0,76
22	Хмельницька	0,66
23	Тернопільська	0,60
24	Івано-Франківська	0,56
25	Чернівецька	0,50

Як видно з вищенаведеної таблиці, при розрахунку суми нормованого потенціалу та дотримуючись логіки поділу груп, що застосовувалась до табл. 1, у табл. 2 можна виділити дві групи:

1. Група (межі значень від 2 до 1): Кіровоградська, Луганська, Дніпропетровська, Донецька, Херсонська, Закарпатська, Черкаська, Чернігівська, Житомирська, Запорізька, Миколаївська області;

2. Група (межі значень від 1 до 0): Львівська, Сумська, Полтавська, Харківська, Вінницька, Волинська, Одеська, АР Крим, Рівенська, Київська, Хмельницька, Тернопільська, Івано-Франківська, Чернівецька області.

Група 2, що охоплює найбільшу кількість областей, характеризується відносно меншими значеннями СНП.

Для порівняння відмінностей в результатах розрахунку суми нормованого потенціалу на основі даних економічно-доцільного та технічно-досяжного потенціалу по однаковому набору НВДЕ представлено табл. 3.

Як видно з табл. 3 забезпеченість областей при однаковому наборі НВДЕ відрізняється в залежності від типу даних, що брались за основу у розрахунках. Це, на нашу думку, необхідно враховувати вітчизняними вченими при проведенні подальших досліджень, що стосуються пропозицій щодо розвитку того чи іншого виду НВДЕ у тій чи іншій області.

Таблиця 3

Порівняння суми нормованого потенціалу розрахованого на основі різних даних

Економічно-доцільний потенціал			Технічно-досяжний потенціал		
Рейтинг	Область	Значення показника	Рейтинг	Область	Значення показника
1	Кіровоградська	1,92	1	Полтавська	1,82
2	Луганська	1,56	2	Дніпропетровська	1,80
3	Дніпропетровська	1,26	3	Закарпатська	1,74
4	Донецька	1,26	4	Львівська	1,62
5	Херсонська	1,25	5	Харківська	1,48
6	Закарпатська	1,24	6	Чернігівська	1,45
7	Черкаська	1,15	7	Кіровоградська	1,39
8	Чернігівська	1,15	8	Херсонська	1,26
9	Житомирська	1,14	9	Миколаївська	1,25
10	Запорізька	1,11	10	Луганська	1,22
11	Миколаївська	1,04	11	Сумська	1,18
12	Львівська	1,00	12	Черкаська	1,12
13	Сумська	0,92	13	Івано-Франківська	1,09
14	Полтавська	0,91	14	Запорізька	1,02
15	Харківська	0,90	15	Київська	1,02
16	Вінницька	0,89	16	Житомирська	1,01
17	Волинська	0,87	17	Донецька	0,96
18	Одеська	0,86	18	Волинська	0,93
19	АР Крим	0,82	19	Хмельницька	0,92
20	Рівненська	0,81	20	Рівненська	0,86
21	Київська	0,76	21	Тернопільська	0,84
22	Хмельницька	0,66	22	АР Крим	0,83
23	Тернопільська	0,60	23	Вінницька	0,82
24	Івано-Франківська	0,56	24	Одеська	0,81
25	Чернівецька	0,50	25	Чернівецька	0,55

Для отримання більш детальних даних по забезпеченості НВДЕ областей України за певними показниками, досліджено їх відносні переваги за доцільно-економічним потенціалом сонячної енергетики, гідроенергетики малих рік, низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод та енергії стічних вод (табл. 4).

Таблиця 4

Питомі нормованого потенціалу НВДЕ на основі даних доцільно-економічного потенціалу

Область	Сонячна енергетика (МВт·год/рік)	Гідроенергетичний потенціал малих рік (кВт·год/рік)	Енергія низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод (МВт·год/рік)	Теплова енергія стічних вод (МВт·год/рік)
АР Крим	0,40	0,03	0,08	0,31
Вінницька	0,41	0,06	0,34	0,08
Волинська	0,47	0,03	0,30	0,07
Дніпропетровська	0,14	0,01	0,11	1,00
Донецька	0,01	0,01	0,69	0,55

Продовження таблиці 4				
Житомирська	0,63	0,07	0,36	0,08
Закарпатська	0,20	1,00	0,03	0,01
Запорізька	0,42	0,01	0,20	0,48
Івано-Франківська	0,16	0,08	0,00	0,32
Київська	0,00	0,01	0,01	0,74
Кіровоградська	0,77	0,05	0,97	0,13
Луганська	0,26	0,05	1,00	0,25
Львівська	0,10	0,20	0,05	0,64
Миколаївська	0,70	0,04	0,08	0,22
Одеська	0,42	0,00	0,06	0,38
Полтавська	0,51	0,07	0,09	0,24
Рівненська	0,40	0,07	0,19	0,14
Сумська	0,55	0,07	0,21	0,09
Тернопільська	0,27	0,11	0,17	0,05
Харківська	0,21	0,03	0,02	0,64
Херсонська	1,00	0,00	0,15	0,10
Хмельницька	0,38	0,06	0,11	0,10
Черкаська	0,40	0,07	0,41	0,27
Чернівецька	0,11	0,27	0,12	0,00
Чернігівська	0,86	0,04	0,12	0,12
<b>Середнє значення</b>	<b>0,39</b>	<b>0,10</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>

На основі табл. 4 можна стверджувати, що відносні переваги у сонячній енергетиці мають такі області як АР Крим, Вінницька, Волинська, Житомирська, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Херсонська, Черкаська та Чернігівська; у гідроенергетиці малих рік – Закарпатська, Львівська, Тернопільська та Чернівецька області; в енергії низькопотенціальної теплоти ґрунту та ґрунтових вод – Вінницька, Волинська, Донецька, Житомирська, Кіровоградська, Луганська та Черкаська області; у тепловій енергії стічних вод – АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Одеська та Харківська області.

Такий аналіз дає змогу інвесторам визначити, в якій області є найбільший потенціал у впровадженні тієї чи іншої технології використання НВДЕ.

Так, наприклад для компаній, що займаються проектами по встановленню сонячних колекторів найпривабливішими будуть такі області, як АР Крим, Вінницька, Волинська, Житомирська, Миколаївська тощо, для компаній, що встановлюють малі гідроелектростанції найцікавішими для реалізації своїх проектів будуть Закарпатська та Чернівецька області.

Такий самий підхід до оцінки наявного потенціалу можна використовувати й для детального дослідження по окремому виду НВДЕ, якщо його можна деталізувати. Яскравим прикладом може слугувати таке НВДЕ як біомаса, результати дослідження наведені у табл. 5.

З табл. 5 видно, що відносні переваги в енергетичному потенціалі деревини мають такі області як Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Черкаська та Чернівецька; біогазу – АР Крим, Вінницька, Волинська, Львівська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька та Чернігівська області; рослинної біомаси – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська та Одеська області; інші – Луганська, Харківська та Херсонська області.

Нормований потенціал НВДЕ на основі даних технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси

Область	Енергетичний потенціал деревини, т. у. п	Енергетичний потенціал біогазу, т. у. п	Енергетичний потенціал, рослинної біомаси (зернобобових культур, олійних культур та соняшника, рослинні відходи кукурудзи), т. у. п	Інші відновлювальні органічні енергоносії (біогаз звалищ та стоків, моторне біопаливо, торф), т. у. п
АР Крим	0,05	0,28	0,07	0,22
Вінницька	0,28	0,82	0,28	0,41
Волинська	0,60	0,71	0,04	0,02
Дніпропетровська	0,02	0,18	0,39	0,34
Донецька	0,03	0,06	0,23	0,03
Житомирська	1,00	0,44	0,05	0,07
Закарпатська	0,90	0,11	0,00	0,01
Запорізька	0,00	0,27	0,60	0,18
Івано-Франківська	0,33	0,08	0,00	0,01
Київська	0,19	0,12	0,03	0,16
Кіровоградська	0,24	0,63	1,00	0,66
Луганська	0,15	0,13	0,21	0,39
Львівська	0,27	0,38	0,00	0,00
Миколаївська	0,06	0,39	0,63	0,43
Одеська	0,05	0,00	0,11	0,04
Полтавська	0,14	0,74	0,51	0,70
Рівненська	0,50	0,76	0,04	0,08
Сумська	0,62	0,70	0,16	0,57
Тернопільська	0,24	0,75	0,09	0,22
Харківська	0,19	0,29	0,21	0,58
Херсонська	0,13	0,51	0,37	1,00
Хмельницька	0,36	0,85	0,12	0,46
Черкаська	0,37	0,35	0,17	0,01
Чернівецька	0,77	0,70	0,08	0,03
Чернігівська	0,92	1,00	0,16	0,32
<b>Середнє значення</b>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>

### Висновки

На основі проведеного аналізу необхідно підсумувати наступне:

1) Потребує подальшого та глибокого дослідження енергетичний потенціал НВДЕ України. Зокрема необхідно провести розрахунки економічно-доцільного потенціалу по всім можливим видам НВДЕ. Це дасть змогу об'єктивно оцінити інвестиційну привабливість тих чи інших областей України для розвитку конкретних видів НВДЕ.

2) Як видно з нашого дослідження кожна область характеризується певним енергетичним потенціалом. Тому енергетична стратегія розвитку України, зокрема НВДЕ, повинна розроблятися із врахуванням цих особливостей.

3) Подальшого дослідження потребують і розрахунки енергетичного потенціалу НВДЕ по областям із врахуванням цілого ряду факторів, наприклад площі даних адміністративних одиниць, густини населення тощо.

Необхідно підкреслити, що ефективний розвиток НВДЕ можливий лише при комплексному підході із врахуванням усіх можливостей та перепон у розвитку того чи іншого виду НВДЕ у різних регіонах України.

#### Перелік літератури

1. Нефедова Л. В. Метод типології територій на основі комплексної оцінки потенціала ресурсів возобновляемых источников энергии. [Електронний ресурс] / Л. В. Нефедова // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – Режим доступу: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/146.pdf>

2. Постійне населення на 1 липня 2010 р. Чисельність населення та середня за період 2010 року [Електронний ресурс] / Державний комітет статистики України. – К., 2010. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2010/ds/kn/kn\\_u/kn0610\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2010/ds/kn/kn_u/kn0610_u.html)

3. Технічно досяжний енергетичний потенціал нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в перерахунку на умовне паливо (млн т. у. п.) та обсяги заміщення ПЕР. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [Електронний ресурс] / Інститут відновлювальної енергетики. Національна академія наук України. – К., 2007. – Режим доступу: <http://ive.org.ua/atlas.htm>

4. Енергія вітру. Технічно-досяжний енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії (млн. т. у. п.) та обсяги заміщення ПЕР. Вітроенергетика. [Електронний ресурс] / Міжгалузевий науково-технічний центр вітроенергетики. Інститут відновлювальної енергетики. Національна академія наук України. – К., 2009. – Режим доступу: [www.windpower.net.ua/windpower\\_ukr.ppt](http://www.windpower.net.ua/windpower_ukr.ppt)

5. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – Київ.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.

6. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел України / НАН України. Інститут електродинаміки. Державний комітет України з енергозбереження. К. – 2001

## ENERGY POTENTIAL NONCONVENTIONAL AND RENEWABLE ENERGY SOURCES OF AREAS OF UKRAINE

V. M. OLEYKO, N. E. STRELBITSKA

*In article the energy potential of areas of Ukraine by definition of the sum of the normalized potential nonconventional and renewable energy sources is investigated. Differences in calculation of energy potential NRES of areas by means of technically-accessible and economically-expedient values of indicators are analyzed.*

Поступила в редакцію 10. 01 2011 г.