

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД УПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ЇЇ ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ

Анотація. У статті досліджено міжнародний досвід упровадження відновлювальних джерел енергії. Проаналізовано й узагальнено дані стосовно особливостей регіонів України з погляду впровадження відновлювальних джерел енергії. Запропоновано умовне групування регіонів за потенціалом використання відновлювальних джерел енергії.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, відновлювальна енергетика, альтернативні джерела енергії, енергетичні ресурси, енергія.

Постановка проблеми. За сучасних умов у світі простежується тенденція до зростання ролі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Прикладом можуть виступати країни – лідери за впровадженням та виробництвом енергії за рахунок ВДЕ, а саме: Китай, який займає перше місце за показниками отриманої та впровадженної енергії від ВДЕ; далі йдуть Німеччина, Америка, Японія, Бразилія [5]. В Україні розвитку ВДЕ приділяється увага, про що свідчать закони та нормативно-правові акти [6–8]. Перешкода на шляху розвитку відновлювальної енергетики в Україні полягає у розмірах стартового капіталу, необхідного для її впровадження. Цей напрям енергетики має податкові пільги [7] та спеціальний «зелений» тариф [6–8], що має стимулювати розвиток цієї галузі та сектору приватних підприємств. Наукову проблему можна окреслити як необхідність дослідити особливості видів ВДЕ та всіх регіонів України для подальшого узагальнення інформації, зрозуміти, який вид ВДЕ і де використовувати більш економічно вигідно, на що слід звернути увагу і чому. Варто додати, що для вирішення цього питання доцільно використовувати міжнародний досвід. Наприклад, досвід таких країн, як Китай, США та Німеччина, значно перевищує вітчизняний [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед вітчизняних науковців питаннями енергетики, природокористування, екології та впровадження ВДЕ на регіональному рівні опікувалися О.Ф. Балацький, О.М. Бархатов [9], В.В. Биба, О.В. Чмирь [10], С.В. Войтко [11], В.М. Геєць, Я.П. Дідух [12], А.Ю. Жулавський, М.П. Ковалько, М.М. Кузьміна [13], Л.Ю. Матвійчук [15], Л.Г. Мельник, О.Г. Ободовський [16], Г.П. Окаряченко [17], Л.С. Рибченко [18], А.О. Рожко, Т.В. Сердюк, О.В. Сінгуцький [19], О.М. Суходоля [20], І.М. Сотник, О.М. Теліженко, А.К. Шидловський, Є.Є. Шкурідін [21] та ін. У своїх дослідженнях вони приділяли більшу увагу еколого-економічним питанням природокористування, і ВДЕ розглядалося як один зі способів зменшення навантаження на навколишнє середовище за рахунок зменшення викидів із ТЕЦ. Причина такого підходу полягає у малій кількості об'єктів виробництва енергії за рахунок ВДЕ на території України та

малій кількості виробленої енергії в абсолютному визначенні в загальній системі енерговиробництва України.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Існує велика кількість досліджень, присвячених економічній доцільності впровадження ВДЕ [1–3; 9–20]. Деякі дослідники оцінюють один або декілька видів ВДЕ або більш ретельно досліджують певний регіон. Узагальненню досліджень різних видів ВДЕ, а також особливостей різних регіонів присвячується ця стаття.

Мета статті полягає у вивченні та узагальненні особливостей різних регіонів України з погляду потенційного впровадження об'єктів енергогенерації за рахунок ВДЕ, враховуючи міжнародний досвід.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використовуючи термін «відновлювальні джерела енергії», слід звернутися до визначення закону України про альтернативні джерела енергії, де є вдале й чітке визначення, яке передає сутність поняття, хоча й існує подвійне тлумачення терміну «альтернативні» замість «відновлювальні» [13; 21]. Згідно із Законом України про альтернативні джерела енергії, – «це відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів» [8].

Існує низка вагомих факторів, які пояснюють причини такої популярності ВДЕ:

1. підвищення вартості енергії, отриманої традиційним шляхом, за рахунок підвищення собівартості вичерпних ресурсів;
2. кожного року обсяги використання електроенергії збільшуються, що потребує збільшення обсягів виробництва енергії та призводить до постійного росту деструктивного впливу на навколишнє середовище (НС), тому що більшість виробленої енергії в країнах третього світу, а також у країнах, що розвиваються, отримується за рахунок невідновлювальних джерел;
3. міжнародна політика підтримки цілей сталого розвитку в країнах світу.

Впровадження ВДЕ виступає інструментом вирішення цих факторів. Більшість країн світу інвестує в сектор відновлювальної енергетики (ВЕ), але робить це повільно порівняно з крупними «гравцями». Країн, які роблять значний внесок у сукупні інвестиції в сектор ВЕ, не так багато, це передусім Китай, США та Німеччина. Саме ці країни є лідерами з енергії, отриманої за рахунок ВДЕ, а також являють собою країни з передовими технологіями сектору ВЕ. Більшості країн світу важко перетнути кордон інвестицій у ВЕ в розмірі 10 млрд.

дол. США. Для України цей показник сягав 4 млрд. дол. США [4, с. 72].

Згідно з енергетичною стратегією України до 2035 р., планується забезпечити 20% відновлювальної енергетики в загальній системі виробництва електроенергії країни [20]. Також планується зменшити енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) до рівня 0,17 кг н. е. на 1 дол. США. Подібні програми були прийняті в багатьох розвинутих країнах та тих, що розвиваються. Загальна мета таких стратегій – реалізація цілей сталого розвитку. Реалізація екологоорієнтованих стратегій потребує наукових досліджень для раціонального та економічно аргументованого підходу до реалізації поставлених цілей і завдань.

Ефективне використання енергоресурсів, або енергоефективність, також є гострим питанням. Усупереч загальному погляду вітчизняних учених О.В. Сінгуцький [19] зазначає, що головним напрямом розвитку енергетичного сектору України має стати не будівництва та впровадження нових потужностей, а підвищення енергоефективності наявних та зменшення витрат на транспортування. Цей підхід доцільний, ураховуючи той фактор, що Україна має дуже енергоємне виробництво. Це підкреслюють статистика та дослідження таких вітчизняних учених, як О.М. Бархатов [9], Г.П. Окаряченко [17] та І.М. Мазур [14]. За такої енергоємності не має різниці, з якого джерела отримана енергія, коли її використання є неефективним (табл. 1). За розрахунками Я.П. Дідуха [12], в Україні у 2004 р. було видобуто 20,36 млрд. м³ газу, що еквівалентно $0,75 \cdot 10^{18}$ Дж, 4,08 млн. т нафти ($0,188 \cdot 10^{18}$ Дж), 54,68 млн. т кам'яного вугілля ($1,6 \cdot 10^{18}$ Дж), 0,52 млн. т бурого вугілля ($0,006 \cdot 10^{18}$ Дж). Сумарно це дорівнює $2,54 \cdot 10^{18}$ Дж. У цілому Україна використовує $7,68 \cdot 10^{18}$ Дж палива, а за розрахунками енергетиків потреба в ньому трохи вища – 3 млн. т у. п. (1 т умовного палива дорівнює 1 т кам'яного вугілля), що дорівнює $8,79 \cdot 10^{18}$ Дж, тобто у 40 разів перевищує біологічні потреби населення в харчуванні і щорічний приріст усієї біомаси України ($7,45 \cdot 10^{18}$ Дж). Таким чином, населення України вже реально спалює вітчизняної й імпортованої енергії більше, ніж запасасться її в екосистемах. Співвідношення палива країни до енергоприросту її екосистем становить 34%, а решта (66%) – імпортується [12]. За таких розрахунків це змушує оцінити потенційну загрозу та приділити увагу такому важливому питанню, як ефективне використання енергетичних ресурсів.

Для підвищення енергоефективності та зниження енергоємності виробництва потрібні заходи з боку держави для вдосконалення виробничого обладнання підприємств країни. За неефективним використанням енергетичного ресурсу приховується важлива проблема, адже неефективне використання енер-

гії негативно впливає на економічні показники. В умовах, коли основним джерелом енергії є викопні палива, неефективне використання енергії призводить до надлишкового негативного впливу на навколишнє середовище, якого можна уникнути за рахунок впливу на показник енергоефективності.

З іншого боку, підвищення енергоефективності може мати прямий вплив на розвиток економіки регіону та країни у цілому. Звертаючи увагу на парадокс Девонса [1] та постулат Хаззума-Брукса [3], можна зробити висновок, що збільшення енергоефективності призводить до зниження вартості на ресурс, а це, своєю чергою, призводить до збільшення попиту [1], а більше енергоефективні рішення на мікрорівнях призводять до підвищення сумарного енергетичного попиту на макrorівні за рахунок підвищення попиту на енергоресурс [3].

Повертаючись до ВДЕ, слід звернути увагу на фактори, які впливають на розвиток відновлювальної енергетики за М. Бекбергером [2]. В своїй роботі він відокремив такі фактори:

1. географічні;
2. цінові (економічні);
3. політичні;
4. технологічні;
5. соціальні.

Певні перешкоди в упровадженні ВДЕ навіть за одним із факторів Бекбергера ускладнюють процес упровадження, бо це стає економічно недоцільно. Із цієї причини під час формування стратегії впровадження на рівні країни чи регіону слід робити оцінку за п'ятьма факторами, які наведено вище. Аналізуючи їх на прикладі України, необхідно підкреслити перспективні та гарні географічні умови, соціальну інформованість про позитивні характеристики впровадження ВДЕ. Проте, як зазначали Л.Ю. Матвійчук [15] та С.В. Войтко [11], в Україні наявні певні бар'єри з боку політичних факторів, які, своєю чергою, прямо впливають на цінові (економічні) та технологічні фактори. Для побудови екологоорієнтованого енергетичного сектору України необхідно використовувати стратегічний підхід у вирішенні завдань.

Наприклад, позитивним зрушенням у цьому питанні є Постанова КМУ № 912 від 23 листопада 2016 р., яка встановлює орендну ставку за використання державного майна в зоні відчуження з коефіцієнтом 0,15 [6]. Метою цієї Постанови було привернути увагу місцевих та міжнародних інвесторів до використання зони відчуження як великої електростанції для отримання енергії за рахунок ВДЕ. Результатом кроків у напрямку розвитку ВДЕ в Україні були понад 60 заявок на участь у відкритому тендері. Цей приклад демонструє швидку реакцію ринку на поліпшення умов розвитку галузі ВДЕ в Україні.

Таблиця 1

Середні показники енергоємності за країнами (т у. п. / 1000 дол.)

Країна	Енергоємність							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Велика Британія	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
Канада	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19
Китай	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,26	0,27	0,22
Німеччина	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
США	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,15
Україна	0,45	0,40	0,36	0,36	0,36	0,47	0,43	0,36
Швеція	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15
Японія	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11
Світ	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,19	0,19	0,16

Виходячи з історико-географічних факторів, Україна є найбільшою за площею країною Європи. Територія охоплює гірничу та рівнинну частини, з великою кількістю рік та лісосмуг, виходом до моря та різним рівнем сонячного випромінювання. Всі ці показники різняться залежно від регіону, що досліджується, але вони мають вагомий вплив на показники ефективності ВДЕ. Із цієї причини велика кількість дослідників оцінює різні види ВДЕ залежно від регіону України. Наприклад, В.В. Биба та О.В. Чмирь [10] підкреслюють важливість упровадження вітрових електростанцій у таких районах України, як Карпати, Закарпаття, Донецька височина, Приазовська та Причорноморська низовини. У цих районах вітрова енергія може бути дійсною альтернативою використанню теплових електростанцій, які використовують вичерпні ресурси та завдають шкоди навколишньому середовищу.

Л.С. Рибченко [18], оцінюючи потенціал сонячних колекторів, зазначає, що за 2001–2014 рр. підвищилася сумарна та пряма сонячна радіація відносно кліматологічної стандартної норми 1961–1990 рр. та збільшилася тривалість сонячного сьйва. Можна зробити такий висновок із розрахунків, наведених у працях Л.С. Рибченко: райони степу, Криму та на сході Лісостепу є найбільш перспективними на території України для впровадження сонячних електростанцій. Західний Лісостеп та гірські райони Українських Карпат є зоною низького сонячного випромінювання, із цієї причини там доцільніше використовувати інші види ВДЕ.

Питанню гідроенергетики в Україні приділяв увагу О.М. Суходоля [20], який зазначає, що гідроенергетичний сектор України має невикористаний ефективний потенціал близько 6,5 млрд. кВт*год. Своєю чергою, О.Г. Ободовський [16] особливо підкреслює досвід Латвії, Чехії, Польщі та Словаччини з упровадження та використання малих ГЕС. В Україні в 1960-х роках нараховувалося 956 малих ГЕС загальною потужністю близько 30 МВт, а станом на 2015 р. – 105 малих ГЕС загальною потужністю 82 МВт. За рахунок використання більш технологічних ГЕС в абсолютному виразі потужність вища за 1960 р., але за наявності третини кількості малих ГЕС на території України з приблизно таким саме ККД прогнозована потужність могла сягнути позначки в 250 МВт.

Таким чином, обробивши дані досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців, можна умовно розділити Україну на чотири регіони за умовами ВДЕ (рис. 1).

Умовне розподілення на рис. 2 має загальний рекомендаційний характер і не може бути вірним у всіх можливих випадках. Причиною є особливості кожної конкретної ділянки або місцевості, для якої розробляється оцінка впровадження ВДЕ. Узагальнення робиться з причини наявності більшої кількості потенційного джерела ВЕ за кожним із регіонів.

Перший регіон зумовлений сприятливими умовами для міні ГЕС за рахунок швидких гірничих річок і низьким рівнем сонячного випромінювання, але деякі західні регіони мають сприятливі місця для отримання вітрової енергії.

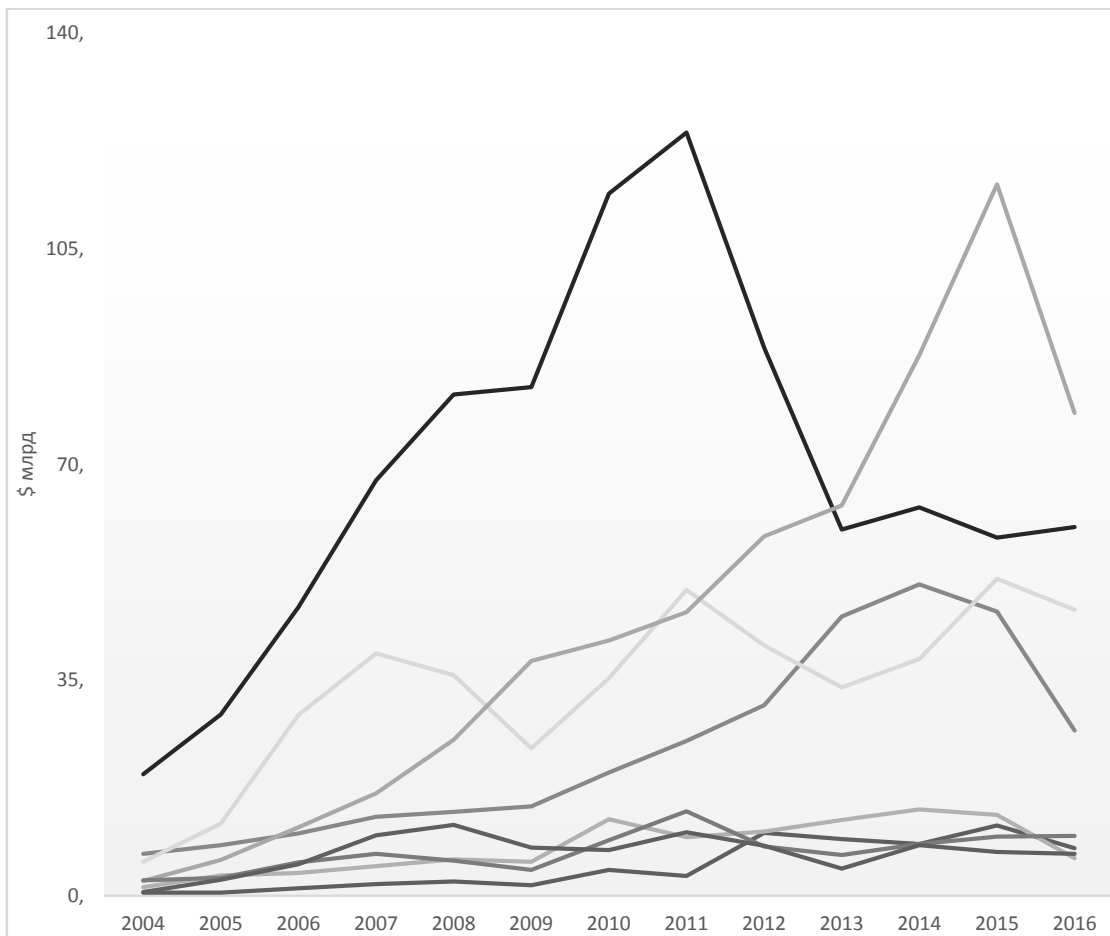


Рис. 1. Інвестиції у ВДЕ провідних країн [5]

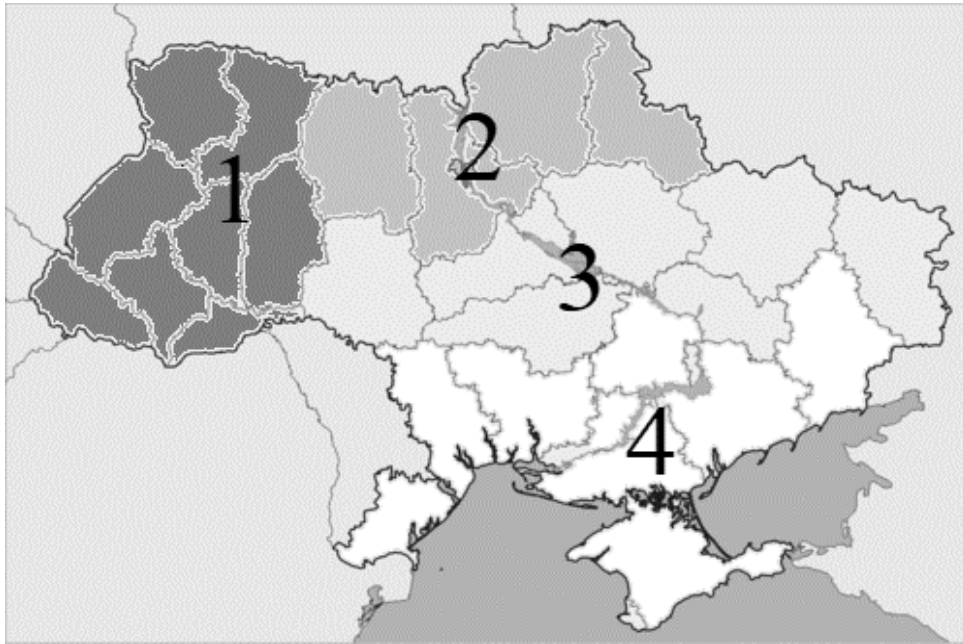


Рис. 2. Умовне розподілення України на регіони за потенціалом ВДЕ (пропонується автором)

Другий регіон має кращі умови за сонячним випромінюванням, проте недостатньо порівняно з іншими регіонами. Степний географічний ландшафт зручний для використання вітрової енергії, є річки, які дають змогу отримувати енергію за рахунок міні-ГЕС, проте менше, ніж у першому регіоні. В загальній оцінці цей регіон має слабкі позиції за всіма напрямками: гідро-, сонячним та вітровим потенціалом порівняно з іншими.

Третій регіон має однаковий потенціал за водною потужністю з четвертим регіоном, але у цій місцевості спостерігається значний приріст у сонячному випромінюванні та значна кількість сонячних днів на рік, а вітрова енергія відступає на другий план.

Водночас умовний четвертий регіон України є найперспективнішим для використання сонячних геліоколекторів, але має слабкий потенціал використання вітрової енергії та є умовно слабкішим за потенціалом використання гідроенергії.

Можна стверджувати, що гідроенергія має великий потенціал у західній частині України та умовно-середній рівень в інших регіонах країни. Сонячне випромінювання має найбільшу потужність у південних та центрально-південних регіонах, а вітрову енергію доцільно впроваджувати у північній, центральній та деяких місцях західної України.

Висновки. Результати дослідження дозволяють зробити декілька узагальнень. По-перше, Україна завдяки значній площі має велике різноманіття рельєфів та топографічних особистостей регіонів. По-друге, в Україні є потенціал використання великої кількості різних видів ВДЕ, а саме: сонячної енергії – у південних областях, гідроенергії малих та середніх ГЕС – у регіонах Закарпаття, північні та центральні регіони мають велику кількість річок та потенціал використання енергії вітру.

Нами пропонується умовне групування областей за потенціалом використання видів ВДЕ, проте слід зауважити, що такий розподіл є рекомендаційним і не може враховувати особливі фактори кожного окремого випадку.

В загальному висновку варто зауважити, що Україна має великий потенціал для впровадження ВДЕ, але подальшого дослідження потребує оцінка наслідків від широкомасштабного впровадження ВДЕ.

Література:

1. Alcott B. Jevons' paradox // *Ecological economics*. – 2005. – Т. 54. – №. 1. – Р. 9–21.
2. Bechberger M. Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states / M. Bechberger, D. Reiche // *Energy Policy*. – 2004. – V. 32. – Р. 834–843.
3. Saunders H.D. The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth // *The Energy Journal*. – 1992. – С. 131–148.
4. Unece 2017 Renewable Energy Status Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/REN21_UNECE_Renewable_Energy_Status_Report_2017_Report_FINAL.pdf.
5. REN21 Renewables 2017 Global Status Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf.
6. Деякі питання стимулювання розвитку зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення : Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2016 р. № 912 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/912-2016-%D0%BF>.
7. Про електроенергетику : Закон України від 16.10.1997 № 575/97 ; зі змінами від 22.12.2016 № 1804-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.
8. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 № 555-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
9. Бархатов О.М. Проблеми енергозбереження в Україні / О.М. Бархатов, І.М. Ковальчук // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. – 2013. – № 142. – С. 88–89.
10. Биба В.В., Чмирь О.В. Развитие альтернативных источников энергии как инструмент обеспечения энергетической безопасности Украины / В.В. Биба, О.В. Чмирь [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.sworld.com.ua/konfer30/501.pdf>.

11. Войтко С.В. Системний аналіз енергетичної безпеки країн: аспект використання відновлювальних джерел енергії / С.В. // Економічний форум. – 2013. – №. 4. – С. 29–35.
12. Дідух Я.П. Порівняльна оцінка енергетичних запасів екосистем України / Я.П. Дідух // Український ботанічний журнал. – 2007. – №. 64. – № 2. – С. 177–194.
13. Мазур І. Енергоємність валового внутрішнього продукту України: передумови зниження / І. Мазур // Вісник Тернопільського національного економічного університету. – 2012. – №. 1. – С. 64–72.
14. Кузьміна М.М. Поняття та види енергії з альтернативних джерел / М.М. Кузьміна // Вісник Національного університету «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого» – 2013. – № 3(14). – С. 134–141.
15. Матвійчук Л.Ю., Герасимчук Б.П. Економічна доцільність використання альтернативних джерел енергії / Л.Ю. Матвійчук, Б.П. Герасимчук // Економічний форум. – 2013. – №. 4. – С. 12–16.
16. Коротка історія розвитку та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України / О.Г. Ободовський, Е.Р. Рахматуліна, Л.М. Тимуляк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – №. 4. – С. 94–106.
17. Окаряченко Г.П. Оцінка енергетичної ефективності економіки України / Г.П. Окаряченко // Економіка та право. – 2013. – № 3. – С. 143–147.
18. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Потенціал геліоенергетичних кліматичних ресурсів сонячної радіації в Україні / Л.С. Рибченко, С.В. Савчук // Український географічний журнал. – 2015. – №. 4. – С. 16–23.
19. Сінгуцький О.В. Сучасні проблеми впровадження енергозбереження в Україні / О. В. Сінгуцький // Держава та регіони. Сер.: Економіка та підприємництво. – 2014. – №. 2. – С. 36–40.
20. Суходоля О.М. Проект Енергетичної стратегії України на період до 2035 року (Біла книга Енергетичної політики України «Безпека та конкурентоспроможність») / О.М. Сінгуцький [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf.
21. Шкурідін Є.Є. Поняття альтернативних джерел енергії / Є.Є. Шкурідін // Молодий вчений. – 2014. – № 4 (07)(2). – С. 42–44.

Павлик А.В., Тарабан Н.В. Международный опыт внедрения возобновляемых источников энергии и ее потенциал для отечественного энергетического рынка

Аннотация. В статье исследован международный опыт внедрения возобновляемых источников энергии. Проанализированы и обобщены данные относительно особенностей регионов Украины с точки зрения внедрения возобновляемых источников энергии. Предложено условное группирование регионов по потенциалу использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, возобновляемая энергетика, альтернативные источники энергии, энергетические ресурсы, энергия.

Pavlyk A.V., Taraban N.V. Renewable energy sources and international experience and potential for the domestic energy market

Summary. International experience of introducing renewable energy sources is analysed in this paper. The specifics of regions of Ukraine and their potential for the introduction of renewable energy sources are generalized. The authors proposed a four-dimensional approach to ranking the regions – RES Potential grouping method. This method helps to evaluate the potential of the regions in terms of RES implementation, to estimate possible consequences of it, and to clear up the source of further economic development of the regions.

Keywords: renewable energy sources, renewable energy, energy sources, energy.