

УДК 001.893.303.64

А.Р.Щокін<sup>1</sup>, О.П.Пономаренко<sup>2</sup> (Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ)

## **Підвищення рівня науково-прикладного журналу "Відновлювана енергетика" ІВЕ НАНУ за рахунок переходу на міжнародні критерії оцінювання праці вчених у галузі використання відновлюваних джерел енергії для входження у світову мережу наукометричних баз даних**

*В статті розглядаються вимоги та можливості підвищення рівня науково-прикладного журналу "Відновлювана енергетика" ІВЕ НАНУ за рахунок переходу на міжнародні критерії оцінювання праці вчених у галузі використання відновлюваних джерел енергії для входження в світову мережу наукометричних баз даних. Стаття висвітлює суть наукометричних баз даних (які існують), індекс цитування, індекс Хірша (h-індекс), імпакт-фактор, коди DOI та ORCID (та як їх отримати), вимоги до написання бібліографії. Бібл. 5, табл. 1.*

**Ключові слова:** світова мережа, наукометрична база даних, журнал, вчені звання, індекси цитування, цифровий ідентифікатор, DOI, ORCID.

ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-0638-8256; <sup>2</sup>0000-0003-4432-2880

Ефективність діяльності наукової організації або конкретного вченого оцінюється за їхньою присутністю в електронному просторі. Склалася ціла міжнародна система наукометричних баз даних (понад 16), що індексують різні друковані роботи, монографії, наукові журнали тощо та визначають рейтинги окремих учених і видань в автоматичному режимі.

Таким чином, сьогодні публікація є кваліфікаційною вимогою наукових працівників. Причому все більшого значення у світі набуває не факт публікації, а її якість. Прямо вона оцінюється рецензентами, опосередковано визначається рейтингом періодичного видання, у якому розміщена. Чим вищий рейтинг видання, тим жорсткішими є вимоги до авторів і тим неухильніше редакції слідкують за їх дотриманням, дбаючи про якість видань. Крім того, існує перша вимога до журналу міжнародного рівня – наявність окремого власного сайту. Зверніть увагу, що це повинен бути власний сайт журналу, а не сторінка на сайті інституту. Вебсайт потрібен в основному для того, щоб допомагати його власникові донести інформацію про себе до інтернет-користувачів.

**Метою статті** було звернути увагу і надати допомогу авторам при підготовці рукописних матеріалів до друку в науково-прикладному журналі "Відновлювана енергетика" ІВЕ НАНУ та додаткову дуже важливу інформацію щодо підвищення власного рівня на шляху чергового присвоєння вчених звань за рахунок збільшення кількості цитувань, враховуючи перспективу подальшого входження названого журналу в світову мережу наукометричних баз даних. Крім того, необхідно надати інформацію авторам про існуючі можливості зменшення вартості або зовсім безкоштовного розміщення результатів їх наукових досліджень у світовій мережі наукових баз даних та ознайомити їх із правилами, діючими на сьогодні, тому що в основному ці правила, в першу чергу, стосуються комерційних вимог, які пропонують авторам різні супутні комерційні структури.

В цьому напрямку доцільно визначити, що **ЗАТВЕРДЖЕНО** Наказ Міністерства освіти і науки України від 14.01.2016 №13, а Міністерство юстиції України від 03 лютого 2016 р. за №183/28313 згідно зазначеного Наказу зареєструвало новий Порядок присвоєння вчених звань

науковим і науково-педагогічним працівникам. Згідно нових вимог, для присвоєння вченого звання професора працівникам вищих навчальних закладів та наукових установ, серед усього іншого, потрібно мати навчально-методичні та наукові праці, опубліковані після захисту докторської дисертації у вітчизняних та/або іноземних (міжнародних) рецензованих фахових виданнях, з яких не менше трьох публікацій у періодичних виданнях, включених до наукометричних баз Scopus або Web of Science, та які не є перекладами з інших мов (за рішенням вченої ради вищого навчального закладу відсутність достатньої кількості таких наукових праць може бути замінена публікацією монографії англійською мовою в одному з міжнародних видавництв, перелік яких визначається рішенням вченої ради).

Також потрібно мати сертифікат відповідно до Загальноєвропейської рекомендації з мовної освіти (на рівні не нижче B2) з англійської мови або наявність у здобувача не менше 10 праць, опублікованих англійською мовою у періодичних виданнях, які включені до наукометричних баз Scopus або Web of Science та не є перекладами з інших мов.

Для присвоєння вченого звання доцента або старшого дослідника потрібно не менше двох публікацій у Scopus або Web of Science.

Вчене звання професора присвоюється працівникам вищих навчальних закладів, у тому числі закладів післядипломної освіти, які здійснюють освітню діяльність за відповідною спеціальністю на відповідному рівні вищої освіти, та вищих духовних навчальних закладів, яким не присуджено ступінь доктора наук, але, окрім всього, які мають навчально-методичні та наукові праці, опубліковані у вітчизняних та/або іноземних (міжнародних) рецензованих фахових виданнях, у тому числі не менше чотирьох публікацій у періодичних виданнях, включених до наукометричних баз Scopus або Web of Science, та які не є перекладами з інших мов.

Кількісні оцінки базуються на опублікованих даних і патентній інформації: це обсяг публікацій, аналіз частоти їх цитованості (**індекс цитування**), **індекс Хірша (h-індекс)**, **імпакт-фактор наукового журналу**, в якому роботи

опубліковані, кількість отриманих вітчизняних та міжнародних грантів, стипендій, вітчизняних та іноземних премій, участь у міжнародному науковому співробітництві та в складі редколегій наукових журналів. З перерахованих вище показників останнім часом найбільшу зацікавленість мають індекс цитування, індекс Хірша та імпакт-фактор.

Міжнародна практика наукометричних досліджень сьогодні базується на використанні наукометричних баз даних (НМБД). НМБД – це бібліографічні та реферативні бази даних з інструментами для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях. **Індекс цитування** – це прийнята в науковому світі міра значущості наукової роботи будь-якого вченого або наукового колективу. Величина індексу цитування визначається кількістю посилань на публікацію або прізвище автора в інших джерелах. Однак для точного визначення значущості наукових праць важлива не лише кількість посилань на них, але і якість цих посилань. **Індекс Хірша** – кількісна характеристика вченого, заснована на кількості його публікацій і кількості цитувань цих публікацій. Наприклад, вчений має індекс Хірша 4, якщо 4 з його статей цитуються як мінімум 4 разів кожна. **Імпакт-фактор** надає інформацію, скільки разів у середньому цитується кожна опублікована в журналі стаття протягом двох наступних років після виходу з друку.

Одночасно звертаємо Вашу увагу на те, що класичний **імпакт-фактор** розраховується за трирічний період. Тому науковий журнал світового рівня повинен мати власний веб-сайт із трирічним обсягом розміщення номерів виданих журналів.

Про це дуже ретельно надає інформацію ПАН БІБЛІОТЕКАР – блог про бібліотечну справу та інформаційні технології <http://www.xn--80abaqzevto0rc.xn--j1amh/2014/04/h-web-of-science.html>. Тобто стараннями проекту ElibUkr понад півсотні українських установ упродовж трьох місяців тестували платформу Web of Science (WoS) від компанії Thomson Reuters. Хоча продукти компанії добре відомі в країні, можна сказати, що це перше масштабне і тісне знайомство з платформою. Тому ПАН БІБЛІОТЕКАР

вирішив показати, як дізнатися **індекс Хірша** вченого у WoS. Вирахувати просто, однак процес має свої відмінності у порівнянні з іншими наукометричними інструментами. На цьому вебінарі можна отримати допомогу та ознайомитися більш ретельно з індексом Хірша. Слід також додати, що кожна наукометрична база вважає за важливе додати свій власний індекс, але основними залишаються **індекс цитування, імпаکت-фактор та індекс Хірша**.

Основні НМБД – це в першу чергу такі:

- Web of Science корпорації Thomson Reuters (<http://wokinfo.com/russian/> – російськомовний сайт компанії Thomson Reuters) – авторитетна у світі аналітична і цитатна база даних журнальних статей. Це наукометрична база, яка дозволяє здійснювати пошук серед більше 12000 журналів і 148000 матеріалів конференцій у галузі природничих, суспільних, гуманітарних наук і мистецтва і дає можливість отримати найбільш релевантні дані, що вас цікавлять.

- SCOPUS – бібліографічна і реферативна база даних та інструмент для відстеження цитованості статей, опублікованих у наукових виданнях. Індукує 18 тис. найменувань наукових видань із технічних, медичних та гуманітарних наук 5 тис. видавців. База даних індукує наукові журнали, матеріали конференцій та серії книжкових видань. Розробником і власником SciVerse Scopus є видавнича корпорація Elsevier.

Список усіх журналів, що входять в НМБД Scopus, є на сайті SJR. Знаючи назву журналу, можна знайти його сайт і дізнатися про редакційну політику, вимоги до авторів тощо. На сайті SJR можна відфільтрувати список журналів за країнами.

Перелік українських наукових видань входять у базу даних Scopus.

- Російський індекс наукового цитування (РИНЦ), створений на основі Наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU в рамках проекту, ініційованого Федеральним агентством з науки та інновацій (Роснаука). РИНЦ – це механізм, що дозволяє оцінити рівень наукового видання на основі формальних і об'єктивних критеріїв. Основним таким критерієм є відносний показник цитування статей, опублікованих у даному жу-

рналі, тобто його імпакт-фактор. Доступ до цієї наукометричної бази здійснюється за адресою: [http://elibrary.ru/elibrary\\_about.asp](http://elibrary.ru/elibrary_about.asp).

Вільний доступ до повних текстів статей з понад 2800 російських журналів на платформі eLIBRARY.RU є в журналах відкритого доступу, тобто РИНЦ має угоди з компаніями Thomson Reuters і Elsevier, що дозволяють робити запити безпосередньо в бази даних Web of Science і Scopus та отримувати звітні поточні значення показників цитування публікацій. Таким чином, в інтерфейсі РИНЦ можна побачити одночасно число цитувань публікації в РИНЦ, Web of Science і Scopus. Ця безкоштовна можливість доступна для всіх зареєстрованих в РИНЦ авторів: [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp).

У 2010 році досягнуто домовленості з найбільшим міжнародним видавцем наукової літератури компанією Elsevier про імпорт відомостей щодо публікацій російських авторів і посилань на них у роботах з міжнародного індексу цитування Scopus з метою їх спільного аналізу при оцінці активності публікацій та цитованості російських вчених і наукових організацій.

- Index Copernicus (IC) (Польща) – міжнародна наукометрична база даних. Цей сайт містить індексування, ранжування і реферування журналів, а також є платформою для наукового співробітництва та виконання спільних наукових проєктів. База даних має кілька інструментів для оцінки продуктивності, що дозволяють відслідковувати вплив наукових робіт і публікацій окремих вчених або наукових установ. На додаток до оцінки продуктивності індекс Copernicus пропонує також традиційні реферування та індексування наукових публікацій.

Крім того, здійснюються рейтинги, зокрема, такі: Наука України в дзеркалі наукометричної бази даних SciVerse Scopus; рейтинг наукових журналів України (за даними Google Scholar); рейтинги наукових фахових видань України (за даними Journal Citation Reports, SCImago Journal & Country Rank і Російського індексу наукового цитування) тощо.

Таким чином, входження до таких баз даних має відомі критерії для журналів: наявність обов'язкових англійських резюме, міжнародно-

го складу редколегії та авторів, унормування питань охорони авторського права, дотримання процедури попереднього рецензування статей, посилення на цей журнал у публікаціях, які вже були, наприклад, реферовані в Web of Science (WoS)\* <http://wokinfo.com/russian/>, періодичність виходу, застосування для статей цифрових ідентифікаторів об'єктів (The Digital Object Identifier – DOI), якісна сторінка в Інтернеті.

DOI був задіяний у кінці 1990-х, але широко застосовуватися почав із 2000 року. Таким чином, DOI застосовується для наукових статей, книг, глав книг, матеріалів конференцій, звітів, дисертацій, які реєструє CrossRef. На сьогодні CrossRef зареєстрував біля 70 млн унікальних DOI. Зазначена інформація в режимі реального часу обновлюється на сайті: <http://www.crossref.org/> [1].

Код DOI статті може розміщуватися на веб-сторінках біля резюме, змісту та звичайно на першій сторінці самої статті. Жорстких правил щодо регулювання розміщення DOI в статті немає, тому іноді він вказаний у колонтитулі, іноді під резюме, а іноді у бічній виносці.

Формат запису DOI: <http://dx.doi.org/10.7124/bc.00089E> або doi: 10.7124/bc.00089E [2].

Щоб автори знали, як правильно треба посилатися на статті цього журналу, для цього обов'язково в колонтитулі розміщують відповідний опис джерела. Інакше посилання на статтю не буде враховане при визначенні індексу цитування. Власне, використання цифрових DOI дозволяє найповнішим чином опрацювати потрібну інформацію.

Головним "маркером" все ж таки є ім'я та прізвище автора. Використання різних мов та правил транскрибування іноді призводить до ситуації, коли одна людина в Інтернеті функціонує під двома чи чотирма іменами або прізвищами, що теж унеможлиблює визначення реального індексу цитування в автоматичному режимі. Світова наукова спільнота нещодавно ввела в обіг систему постійних цифрових ідентифікаторів учених – **ORCID**. Цей реєстр унікальних ідентифікаторів учених допомагає відділити праці вчених з однаковими або схожими іменами або прізвищами, розпізнати конкрет-

ного вченого та забезпечити перехресні зв'язки між усіма об'єктами його професійної діяльності. Для видавців ORCID також відкриває унікальні можливості в роботі з авторами [3].

Дослідники та науковці постійно стикаються з проблемою встановлення авторства виконаних робіт при збігу імен та прізвищ з іншими дослідниками та їх прізвищами. Тому необхідно мати можливість фіксувати зв'язок між собою та об'єктами дослідницької діяльності, такими як набори даних, обладнання, статті, згадки в ЗМІ, цитування іншими дослідниками, експерименти, патенти і робочі записи. При роботі в різних наукових дисциплінах, організаціях та державах авторам доводиться мати справу з великою кількістю систем обліку результатів дослідницької роботи. Крім того, необхідність раз на раз вводити одні й ті ж дані вимагає багато часу, що негативно впливає на подальшу роботу авторів.

Таким чином, ORCID – це відкрита некомерційна організація, що веде свою діяльність за принципом громадських засад. Робота організації ORCID спрямована на створення і ведення реєстру унікальних ідентифікаторів науковців і сполучної ланки між дослідницькими роботами і їх результатами та існуючими ідентифікаторами. Проект ORCID унікальний тим, що не обмежений рамками певної наукової дисципліни, розділу досліджень і державних кордонів. Реєстр ORCID дозволяє зв'язати дослідників з результатами їх роботи за рахунок впровадження ORCID iD в ключові процеси, такі як оновлення досьє дослідника, розгляд рукописів і подача заявок на отримання грантів і патентів. Зазначені послуги здійснюються за окрему оплату.

Система обліку ORCID надає дві основні можливості, зокрема:

- реєстр, у якому можна отримати унікальний ідентифікатор і управляти записом результатів дослідницької роботи;
- інтерфейси розробки, призначені для забезпечення передачі даних між різними системами обліку та встановлення авторства наукових робіт у кожній з них. ORCID поширюється за вільною ліцензією. База файлів для вільного завантаження оновлюється щороку і діє на підставі інструменту відмови від авторських прав і передачі творів у суспільне надбання.

Для індивідуальних дослідників доступ до реєстру ORCID надається безкоштовно. Вони можуть отримати ORCID ID, управляти записом результатів своєї діяльності і шукати в реєстрі інших науковців. Дослідницькі організації можуть стати учасниками проекту ORCID для прив'язки ORCID ID щодо зберігання записів у локальних базах даних, для оновлення записів у реєстрі та отримання повідомлень про роботу ORCID, а також для реєстрації своїх співробітників і студентів та отримання ними ORCID ID.

У реєстрі ORCID зберігається інформація неконфіденційного характеру: ПІБ, адреса електронної пошти, місце роботи і запис дослідницької діяльності. ORCID розуміє природну потребу індивідуальних дослідників у формуванні потрібного уявлення про їхню роботу, тому надає інструменти для управління настройками конфіденційності, що зберігаються в реєстрі даних. Також ORCID вживає заходів щодо захисту інформації авторів відповідно до принципів, зазначених у політиці конфіденційності, яка, в свою чергу, складена на основі політики забезпечення конфіденційності за принципом "безпечної гавані" (Safe Harbor Principles), розробленої Міністерством торгівлі США [3, 4].

В Україні ці цифрові ідентифікатори вже вводяться, починаючи з 2014 року, відповідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 05.04.2012 №318. У 2013-2014 рр. було заплановано здійснити "перехід на міжнародні критерії оцінювання праці вчених", а розпорядженням КМУ від 08.10.2012 №780 передбачено протягом 2013-2017 рр. "удосконалити механізм наукометричного оцінювання діяльності наукових працівників".

З вищезазначеного випливає, що для того, щоб науково-прикладний журнал "Відновлювана енергетика" ІВЕ НАНУ повністю відповідав вимогам наукометричних баз всесвітньої мережі, необхідно авторам, окрім усім відомого коду УДК, додатково додавати до своїх матеріалів статті ще два нових цифрових коди: DOI та ORCID.

Звертаємо увагу авторів, що код DOI додається новим до кожної нової статті, монографії, дисертаційних рефератів тощо, а код ORCID

присвоюється кожному автору один раз на всю подальшу його наукову діяльність і є його "візитною карткою" при написанні нової наукової роботи, підготовленої та поданої в редакцію будь-якого журналу для отримання друкованого видання. Це є його ознакою для пошуку та знаходження його друкованих робіт у світовій мережі з визначенням його наукового рівня. Тобто можна сказати, що це його персональний науковий паспорт, за яким буде здійснюватися його подальша атестація.

Одночасно роз'яснюємо авторам, що для отримання коду ORCID необхідно на власному комп'ютері набрати ORCID.org, зайти в їх програму, зареєструватися і тільки тоді вам, на тільки вашу електронну пошту в комп'ютер безкоштовно надішлють 16-цифровий код. Це означає, що ви безкоштовно отримали візитний авторський паспорт на вашу наукову діяльність до кінця вашої роботи в цьому напрямку. Але, щоб отримати код DOI, потрібно заплатити гроші за його отримання, тобто CrossRef виставив свої умови в обсязі 1 (одного) долара США, причому потрібно ще сплачувати членські внески. Потрібно до цього додати, що в цьому напрямку надає допомогу агентство "Українформнаука" (м. Київ), якому доручено забезпечити оформлення відповідних угод з установами-видавцями на договірних умовах з метою організації в Україні отримання цього ідентифікаційного коду, яке зі свого боку своєчасно підписало відповідну угоду з CrossRef і сплачує його членські внески.

Важливою складовою частиною наукової роботи є список використаних джерел, який відображає ступінь вивченості теми, є професійним обличчям автора і свідчить про рівень володіння навичками роботи з джерелами інформації.

Зазначимо, що у мережі Інтернет є досить багато безкоштовних програм для створення бібліографічних описів у романській абетці, що дозволяють автоматично створювати посилання за одним зі світових стандартів. Доцільно авторам бути обачливими, тому що більшість із цих програм інформують, що вони надають послуги безкоштовно, але потрібно тільки зареєструватися. Автор починає реєструватися, з'являється вікно, де сказано, що потрібно заплатити за цю пос-

лугу. Це відомий у комерційних структурах "Виверт-22", тобто вас примусово заставили зайти на їх інтернет-сторінку за рахунок об'яви, що ця програма безкоштовна. Ви з цим не погоджуєтесь і починаєте шукати нову безкоштовну програму, а вони вже з цього мають свій зиск, тому що ви збільшили кількість звернень до цієї сторінки, підвишуючи тим самим їх рейтинг (а вони за це отримують додаткові пільги у вигляді реклами власного сайту).

В цьому плані найкращою з безкоштовних програм, де це віконце не з'являється, є наступна:

<http://www.sourceaid.com/Mendeley Desktop>,

[http://www.xn--80abaqzevto0rc.xn--j1amh/2012/03/mendeley\\_28.html](http://www.xn--80abaqzevto0rc.xn--j1amh/2012/03/mendeley_28.html)

Під час складання списків літератури для наукометричних баз даних (БД) важливо розуміти, що чим більше будуть ці посилання відповідати вимогам до джерел, тим легше їх сприйматиме автоматизована система. І чим ретельніше автори поставляться до наданої ними інформації, тим точнішими будуть статистичні та аналітичні дані про них у системі, отже – у рейтингах (зокрема у SCOPUS). Правильний опис використовуваних джерел у списках літератури є запорукою того, що цитована публікація буде врахована в оцінці наукової діяльності авторів, отже (по ланцюжку) – організації, регіону, країни. За цитованістю журналу визначають його науковий рівень, авторитетність, ефективність діяльності його редакційної ради тощо.

Далі працюють правила наукової етики: якщо ви коректно посилаєтесь на видання, дослідницьку групу, вченого, вони намагатимуться коректно послатися на вас. Таким чином уся система працює на збільшення сукупної кількості посилань. Тому зараз у зарубіжних виданнях переліки посилань і кількість авторів окремих публікацій надзвичайно великі.

Звідси висновок: якщо ви посилаєтесь некоректно і ваші переліки посилань не працюють на збільшення наукометричних показників, то ви стаєте нецікавими світовій науковій спільноті.

Отже, при складанні посилань у публікаціях, призначених для зарубіжних БД, необхідно:

- дотримуватись однієї з поширених систем транслітерації;

- відмовитися від використання національного стандарту на користь міжнародних або наводити два переліки посилань (поки вимоги ДАК МОН України лишаються незмінними щодо застосування ДСТУ ГОСТ 7.1 : 2006);

- однотипно надавати інформацію про два основних елементи описів – авторів і джерело;

- не перевантажувати посилання транслітерацією назв статей або наводити до них також і переклад;

- за наявності перекладної та національної версії періодичного видання для посилань обирати перекладну.

Усі правила подання даних для зарубіжних наукометричних систем БД та для задоволення вимог ДАК МОН України слід чітко зазначати у правилах для авторів. Це дозволить не тільки підвищити рівень і культуру подання матеріалів до опублікування, а й позбавить редакції від невласливої їм величезної роботи з упорядкування та перекладу необхідних для БД відомостей [2–4].

Важливою складовою частиною наукової роботи є список використаних джерел, який відображає ступінь вивченості теми, є професійним обличчям автора і свідчить про рівень володіння навичками роботи з джерелами інформації.

У 2014 році наукова електронна бібліотека eLIBRARY.RU уклала договір з компанією Thomson Reuters про розміщення 1000 кращих російських наукових журналів з РИНЦ на платформі Web of Science у вигляді окремої бази даних Russian Science Citation Index. Цей проект дозволить значно поліпшити видимість і цитованість російських журналів у міжнародному інформаційному просторі і сприятиме підвищенню їх якості за рахунок приведення їх до міжнародних стандартів.

Завдяки всім цим крокам РИНЦ на даний момент часу вже досить повно і об'єктивно відображає публікаційну активність більшості авторів і наукових організацій. Важливим є також і те, що РИНЦ є некомерційним проектом і знаходиться у відкритому доступі, що дозволяє усім вченим без обмежень використовувати цей потужний аналітичний інструмент.

SCIENCE INDEX – це інформаційно-аналітична система, побудована на основі даних

Російського індексу наукового цитування (РИНЦ) і пропонує цілий ряд додаткових сервісів для авторів наукових публікацій, наукових організацій і видавництв. SCIENCE INDEX дозволяє проводити комплексні аналітичні та статистичні дослідження активності публікацій вчених і наукових організацій та отримувати в результаті більш точну і об'єктивну оцінку результатів наукової діяльності окремих учених, наукових груп, організацій та їх підрозділів.

Крім того, РИНЦ має угоди з компаніями Thomson Reuters і Elsevier, що дозволяють робити запити безпосередньо в бази даних Web of Science і Scopus та отримувати звіди поточні значення показників цитування публікацій. Таким чином, в інтерфейсі РИНЦ можна побачити одночасно число цитувань публікації в РИНЦ, Web of Science і Scopus. Ця безкоштовна можли-

вість доступна для всіх зареєстрованих у РИНЦ авторів.

За даними (дата доступу: 16.03.2015) інформаційно-аналітичної системи "Російський індекс наукового цитування" (РИНЦ) містить інформацію про публікації 400 українських інституцій, серед яких 83 наукові установи НАН України.

Для безпосередньої оцінки рівня цитованості статей Інституту відновлюваної енергетики НАНУ (ІВЕ НАНУ) нижче представлено витяг із таблиці, що інформує про кількість публікацій співробітників 83 установ, представлених у згаданій системі, та дані про цитованість їх праць. Упорядкування установ проведено за кількістю цитувань статей її співробітників, а в межах одного значення кількості цитувань – за публікаційною активністю. Повна інформація наведена в таблиці вебінару [5].

**Таблиця. Витяг із таблиці Рейтингу 83 установ НАН України "Російського індексу наукового цитування" за даними Наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU, в тому числі наведено рейтинг ІВЕ НАНУ**  
Станом на березень 2015 року

| № п/п | Установа НАН України  | Кількість публікацій | Кількість цитувань |
|-------|---|----------------------|--------------------|
| 31    | Институт электродинамики  | 716                  | 136                |
| 32    | Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного                          | 170                  | 133                |
| 33    | Институт зоологии им. И.И.Шмальгаузена  | 184                  | 127                |
| 34    | Институт сорбции и проблем эндоэкологии   | 93                   | 119                |
| 35    | Институт сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля                                   | 214                  | 115                |
| 36    | Институт ботаники им. Н.Г.Холодного   | 130                  | 108                |
| 37    | Институт прикладной математики и механики   | 169                  | 105                |
| 38    | Институт археологии   | 267                  | 105                |
| 39    | Институт электронной физики   | 86                   | 104                |
| 40    | Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р.Е.Кавецкого | 95                   | 101                |
| 41    | Институт кибернетики им. В.М.Глушкова   | 303                  | 82                 |
| 42    | Институт проблем криобиологии и криомедицины                                      | 206                  | 73                 |
| 43    | Отделение морской геологии осадочного рудообразования                             | 79                   | 70                 |
| 44    | Радиоастрономический институт   | 50                   | 69                 |
| 45    | Институт биохимии им. А.В.Палладина   | 144                  | 69                 |
| 46    | Институт экономики и прогнозирования  | 242                  | 66                 |
| 47    | Институт магнетизма НАН и МОН Украины   | 52                   | 64                 |
| 48    | Институт физиологии растений и генетики   | 70                   | 63                 |
| 49    | Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко                                     | 316                  | 60                 |
| 50    | Институт физиологии им. А.А.Богомольца  | 219                  | 58                 |
| 51    | Институт газа   | 81                   | 50                 |
| 52    | Научно-исследовательский центр промышленных проблем развития                      | 178                  | 48                 |
| 53    | Институт гидробиологии  | 61                   | 46                 |
| 54    | Институт клеточной биологии и генетической инженерии                              | 59                   | 42                 |
| 55    | Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного                                | 139                  | 42                 |
| 56    | Институт государства и права им. В.М.Корецкого                                    | 108                  | 38                 |

| № п/п     | Установа НАН України                            | Кількість публікацій | Кількість цитувань |
|-----------|---|----------------------|--------------------|
| 57        | Институт биологии клетки                        | 52                   | 37                 |
| 58        | Институт биокolloидной химии им. Ф.Д.Овчаренко  | 36                   | 36                 |
| 59        | Институт экономики промышленности               | 127                  | 33                 |
| 60        | Институт технической механики НАН и ДКА         | 51                   | 33                 |
| 61        | Институт философии им. Г.С.Сковороды            | 45                   | 31                 |
| 62        | Институт социологии                             | 34                   | 31                 |
| 63        | Институт геологии и геохимии горючих ископаемых | 52                   | 29                 |
| <b>64</b> | <b>Институт возобновляемой энергетики</b>       | <b>97</b>            | <b>29</b>          |
| 65        | Институт сцинтилляционных материалов            | 59                   | 29                 |
| 66        | Институт физики горных процессов                | 59                   | 28                 |
| 67        | Институт технической теплофизики                | 105                  | 25                 |
| 68        | Институт проблем литья                          | 37                   | 20                 |

Одночасно інформуємо про те, що зараз підготовлені нові вимоги до подання статей у науково-прикладний журнал "Відновлювана енергетика", починаючи з другого номера нашого журналу в другому кварталі 2016 року.

Крім того, редакція журналу здійснює роз'яснення та надає попередню допомогу авторам щодо використання нових вимог для підготовки матеріалів статей та подання їх до друку.

Також звертаємо увагу тих авторів, які вважають, що, написавши статтю, можна далі не звертати увагу на існуючі правила світової мережі щодо її подальшого облаштування (в тому числі яке торкається бібліографії) та, не дотримуючи всіх вимог, направляти її до редакції, щоб там все зробили. Таке неподобство призводить до того, що міжнародні редакційні платформи просто відхиляють цю статтю, навіть її не розглядаючи. Тому дуже важливо ретельно та за існуючими правилами готувати матеріали статті до друку.

**Висновки.** На сьогодні, використовуючи можливість спільної творчої роботи з міжнародним журналом "Альтернативна енергетика та екологія", понад 100 статей українських наукових авторів було реферовано в РИНЦ (Російському індексі наукового цитування) за даними Наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU (див. виснаведену таблицю).

Враховуючи зазначене, доцільно звернути увагу на те, що Інститутом відновлюваної енергетики НАНУ заплановані, будуть здійснені та виконані всі вимоги та відповідні заходи для того, щоб науково-прикладний журнал "Відновлювана енергетика" з часом було прийнято в

когорту світових міжнародних журналів і безпосередньо занесено до світових наукометричних баз даних.

1. *Вакаренко О.Г.* Використання інформаційно комунікаційних технологій – основна складова сучасного етапу наукометодичної діяльності видавничого дому "Академперіодика" НАН України / Видавничий дім "Академперіодика" НАН України .

2. *Тихонкова І.А.* Інститут молекулярної біології і генетики НАН України DOI (DIGITAL OBJECT IDENTIFIER) для наукових журналів. практические советы небольшим издательствам.

3. *Методичні рекомендації* щодо підготовки рукопису для подання до видавництва /Авт. кол. : О.Г. Вакаренко (кер.) та ін.; упоряд. А.І. Радченко; ВД "Академперіодика". – К.: Академперіодика, 2015. – 59 с.

4. *Радченко А.І., Яцків Т.М.* у 10 та 11 випусках збірника "Наука України у світовому інформаційному просторі.

5. *Источник данных:* Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. –Дата доступу: 16.03.2015.

#### REFERENCES

1. *Vakarenko O.G.* Use of informational and communication technologies – the main components of scientometric database present stage at publishing house "Academperiodica" NAS of Ukraine, publishing house "Academperiodica" NAS of Ukraine. (Ukr)

2. *Tihonkova I.A.* Institute of molecular biology and genetics, NAS of Ukraine. DOI (DIGITAL OBJECT IDENTIFIER) to scientific journals. Practical advice for small publishers (Rus)

3. *Methodical guidelines* for the preparation of manuscript to submission a publisher / Author collegium : Vakarenko O.G. (head), Etc .; compiler Radchenko A.I.; PH "Academperiodica" – K.: Academperiodica, 2015. - 59 p. (Ukr)

4. *Radchenko A.I., Yatskiv T.M.* in 10 and 11 editions of the book "Science of Ukraine in the global information space". (Ukr)

5. *Data source*: Scientific electronic library eLIBRARY.RU – Access: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Access date: 03.16.2015.

**Щокин А.Р., Пономаренко Е.П.** (Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, Киев)

**Повышение уровня научно-прикладного журнала "Возобновляемая энергетика" ИВЭ НАНУ за счет перехода на международные критерии оценивания труда ученых в сфере использования возобновляемых источников энергии для входа в мировую сеть наукометрических баз данных**

*В статье рассматриваются требования и возможности повышения уровня научно-прикладного журнала "Возобновляемая энергетика" ИВЭ НАНУ за счет перехода на международные критерии оценивания работы ученых в области использования возобновляемых источников энергии для вхождения в мировую сеть наукометрических баз данных. Статья показывает, что такое наукометрические базы данных (какие существуют), индекс цитирования, индекс Хирша (h-индекс), импакт-фактор, коды DOI и ORCID (и как их получить), требования к написанию библиографии. Библ. 5, табл. 1.*

**Ключевые слова:** научно-прикладной журнал, международные критерии оценки, наукометрические базы данных, индекс цитирования, индекс Хирша (h-индекс), импакт-фактор, DOI, ORCID

**Shchokin A.R., Ponomarenko O.P.** (Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine, Kyiv)

**Increasing the level of applied scientific journal "Vidnovluvana energetika" IRE NASU by switching to international criteria of scientists evaluation in the field of renewable**

**energy use for entry into global network of scientometric database**

*The article is considered requirements and possibilities of increasing the level of scientific applied magazine "Vidnovluvana energetika" IRE NASU by switching to international criteria assessment of scientists work in the field of renewable energy use for joining to the global network of scientometric databases. The article highlights what are scientometric databases (that existing) citation index, Hirsch index (h-index), impact factor, codes DOI and ORCID (and how to get them), the requirements for writing a bibliography. References 5, tables 5.*

**Keywords:** scientific applied magazine, international criteria assessment, scientometric databases, citation index, Hirsch index (h-index), impact factor, DOI, ORCID.

#### SYNOPSIS

There was formed whole international system of scientometric databases that index different printed works, monographs, scientific journals, etc., and determine the ratings of individual scientists and editions automatically.

So today publication is qualification requirements of research workers, and more important in the world takes not the fact of publication but quality. It is estimated reviewers indirectly identified rated periodicals in which is placed. The higher rating publication, the stricter requirements to authors and the editorial not evasive follow their application, providing the quality editions.

The article provided assistance to authors for the preparation of publication materials in scientific applied magazine "Vidnovluvana energetika" IRE NASU and very important information to improve their own level towards next awarding scientific degrees by increasing the number of citations considering the prospect of further entry foregoing magazine in global network of scientometric databases.

Стаття надійшла до редакції 14.03.16  
Остаточна версія 11.05.16

**ХІV МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА ЕНЕРГЕТИКА В ПРОМИСЛОВОСТІ-2016**  
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНЕ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, КАБЕЛІ, ПРОВІДИ, ПРОМИСЛОВА СВІТЛОТЕХНІКА, ГІРНИЧІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КВПІА

**ХІV МІЖНАРОДНИЙ ФОРУМ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ: СЬОГОДЕННЯ ТА МАЙБУТНЄ**

МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР  
Україна, 02660  
Київ, Броварський пр-т, 15  
М "Лівобережна"  
тел./факс: (044) 201-11-57  
e-mail: lyudmila@iec-expo.com.ua  
www.iec-expo.com.ua  
www.tech-expo.com.ua

ОРГАНІЗАТОРИ:  
Міністерство енергетики та вугільної промисловості України  
Міжнародний виставковий центр

Технічний партнер: Київ

**8-10**  
листопада

УДК 621.311

М.П.Кузнєцов, докт.техн.наук (Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ)

**Деякі особливості автономної роботи вітрової та сонячної електростанцій**

Поточна потужність вітрової та сонячної електростанцій залежить від стану погоди і є змінною слабо передбачуваною величиною. Використання таких електростанцій у складі автономної енергосистеми має певні особливості, які носять імовірний характер і можуть бути імітовані з допомогою математичних моделей. Визначення параметрів енергосистеми потребує врахування місцевих кліматичних умов і особливостей роботи при змінному характері надходжень електроенергії. Бібл. 8, рис. 5.

**Ключові слова:** вітроелектростанція, сонячна електростанція, математична модель, автономна енергосистема, акумулювання енергії.

ORCID: 0000-0002-0497-7439

Використання вітрових (ВЕС) та сонячних (СЕС) електростанцій у локальних (автономних) енергосистемах доцільне не лише в якості безпаливної технології з її очевидними перевагами, а і як можливість мати певне енергозабезпечення у випадку недоступності електричної мережі. Спільним недоліком таких електростанцій є їх залежність від погоди, коли поточний рівень потужності може бути лише прогнозованим з певною точністю. Якщо можливість компенсувати нестачу електроенергії відсутня, то це значно обмежує можливості використання такої енергосистеми.

**Особливості автономних енергосистем.** Можливі наступні варіанти роботи автономної системи, залежні від характеру споживання енергії: 1) вироблена електроенергія може бути використана без обмежень, наприклад, вся перетворена в теплову (мінімальна конфігурація); 2) може використовуватися тільки енергія, що відповідає певному рівню генерованої потужності, тоді отримана недостатня або надлишкова енергія втрачається; 3) передбачено акумулювання надлишкової енергії з метою її використання при недостатній поточній потужності генерування. Останній варіант технічно найскладніший, проте його застосування дозволяє повніше використати можливості

споживаючого обладнання, якщо такий споживач має певні технічні обмеження по потужності. Другий варіант може бути вдосконалений, якщо крім основного обладнання можлива додаткова утилізація електроенергії, доцільність якої визначається виходячи з вартісних показників. Слід брати до уваги, що електроенергія ВЕС та СЕС може бути реалізована за так званим "зеленим" тарифом, тоді локальна енергосистема буде не цілком автономною.

На рис. 1 у якості прикладу зображено випадковий рівень поточної генерованої потужності (крива лінія). У першому варіанті вся енергія, що відповідає заштрихованим областям, буде втрачена. Натомість при варіанті 3 надлишкова енергія (горизонтальна штриховка) може бути накопичена та в подальшому використана для компенсування в час недостатньої потужності (вертикальна штриховка). Зрозуміло, що в моменти часу  $t < t_1$  накопиченої енергії ще нема, натомість накопичена на часовому інтервалі  $(t_1, t_2)$  енергія може бути використана протягом часу  $(t_2, t_3)$  та  $(t_4, t_5)$ , наскільки її вистачить до чергового накопичення.

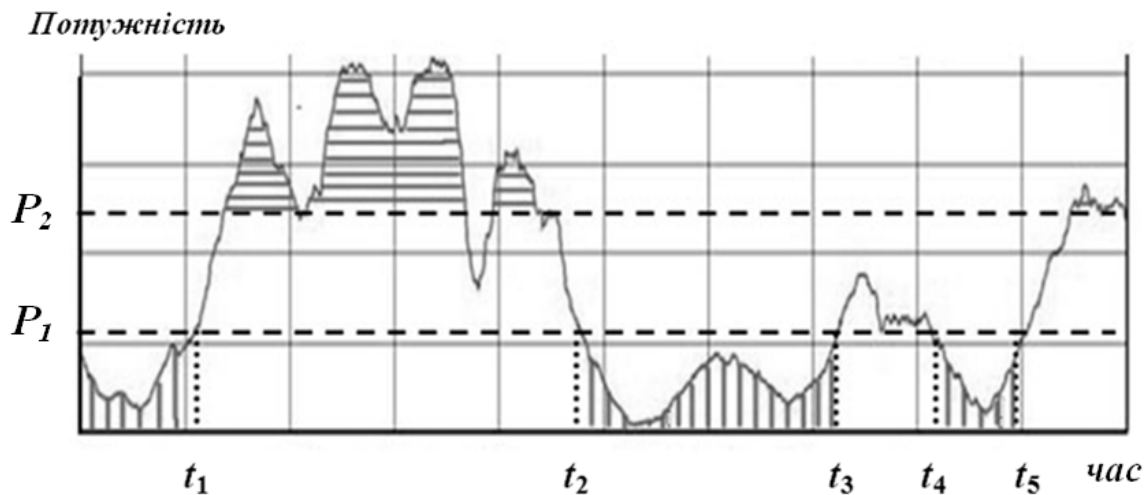


Рис. 1. Можливі режими використання енергії.

Можлива певна оптимізація параметрів такої комбінованої енергосистеми, якщо за мету ставиться мінімальна собівартість корисної продукції споживаючого обладнання, максимальна утилізація електричної енергії чи доцільна потужність акумулюючого обладнання за якимось із критеріїв [1]. Оскільки в кожний момент часу поточна генерована потужність має властивості випадкової величини, то можлива лише імовірнісна оцінка різних режимів роботи із заданим довірчим рівнем, зокрема, часова протяжність певного режиму.

Прикладом локальної комбінованої енергосистеми може бути схема використання електролізу води для утилізації електроенергії ВЕС та СЕС. При цьому водень та кисень можуть бути кінцевим продуктом. Електрична потужність електролізера обмежена, і для покращення економічного результату роботи комплексу "вітер-сонце-водень" можна додатково використовувати надлишок електроенергії, а її нестачу компенсувати з інших джерел. Інший можливий варіант застосування електролізу – використання водню для акумулювання енергії [2].

Для визначення собівартості кінцевого продукту потрібне знання капітальних та експлуатаційних витрат на кожен тип обладнання та віднесення їх до обсягу виробленої продукції, як правило, в річному вимірі. Вартісні складові задаються ринковими чи іншими умовами; натомість обсяг виробленої та спожитої електроенергії визначається з урахуванням по-

годних чинників і є предметом даного дослідження.

#### Обсяги генерування електричної енергії.

Обсяг виробленої та спожитої енергії має визначатися з урахуванням типу і технічних характеристик обладнання, наявності вітрового та сонячного потенціалу, випадкового характеру надходження енергії.

Для врахування випадкової природи вітрової та сонячної енергії можна використати характеристики розподілу її поточних значень як випадкової величини. Зокрема, для ВЕС міжнародним стандартом пропонується річний виробіток енергії визначати за формулою [3]:

$$E_p = N_h \sum_{i=1}^N [F(V_i) - F(V_{i-1})] \left( \frac{P_{i-1} + P_i}{2} \right), \quad (1)$$

де  $N_h$  – кількість годин у році (8760);  $N$  – кількість градацій швидкості вітру (бінів);  $V_i$  – осереднена швидкість вітру в  $i$ -му біні;  $P_i$  – осереднена теоретична потужність в  $i$ -му біні;  $F(V)$  – інтегральна функція розподілу імовірності.

Таким чином, сума значень випадкової величини визначається як сума добутоків осереднених на певних інтервалах значень на частоту попадання в ці інтервали. Більш точною є формула:

$$E = T \int_0^{\infty} P(x) f(x) dx, \quad (2)$$

де  $f(x)$  – диференціальна функція розподілу змінної  $x$ ,  $f(x) = F'(x)$ ;  $P(x)$  – потужність як функція ординати  $x$ ;  $T$  – загальний час роботи.

Формула (1) є наближенням формули (2), якщо при інтегруванні використати метод скінченних різниць і теорему про середнє.

Якщо незалежною змінною вважати поточне значення потужності  $p$  протягом часового інтервалу  $T$ , то отримана енергія буде рівною:

$$E = T \int_0^{\infty} p \cdot f(p) dp, \quad (3)$$

де інтеграл визначає середню на інтервалі  $T$  потужність (математичне сподівання). На практиці реальний час розбивають на інтервали (наприклад, по 10 хв) з осередненням потужності всередині кожного інтервалу; тоді від формули (3) для неперервної випадкової величини можна перейти до виразу типу (1) для дискретної величини з градацією по бінах потужності і відповідною їм функцією розподілу імовірності.

Традиційно розглядаються енергосистеми, в яких чітко обумовлено рівень споживання [4]. Пропонована модель розглядає варіант певного діапазону споживаної потужності. Для такого режиму генерування (див. рис. 1) використання генерованої енергії можна описати наступним чином:

$$\begin{aligned} E_0 &= T \int_{P_1}^{P_2} p \cdot f(p) dp, \\ E_1 &= T \int_{P_2}^{\infty} p \cdot f(p) dp, \\ E_2 &= T \int_0^{P_1} (P_1 - p) \cdot f(p) dp, \end{aligned} \quad (4)$$

де енергія  $E_0$  безпосередньо використовується обладнанням; енергія  $E_1$  є надлишковою і може бути акумульована;  $E_2$  – це дефіцит енергії, який має бути компенсований за рахунок акумульованої раніше (в останньому інтегралі дефіцитом можна вважати ситуацію  $p < P_2$ ). Зазначені величини залежать лише від функції розподілу, як впливає з (4), і можуть бути розраховані з гістограми значень потужності при дискретному записі. Цього достатньо при варіантах 1, 2 роботи енергосистеми. Однак у випадку використання акумулятора (варіант 3) важлива не лише кількість появи певних значень потужності, а й

послідовність їх генерування, адже повторно використати можна лише попередньо накопичену енергію (що відповідає умові  $t > t_1$  на рис. 1). Отже, для визначення параметрів акумулювання поточна генерована потужність має визначатися не як випадкова величина, а як випадковий процес у режимі реального часу. Знання функції розподілу буде недостатньо, до того ж її аналітичне визначення є складним і не завжди доступним. Проте математична модель випадкового процесу дозволяє застосувати методи імітаційного моделювання та статистичних випробувань (методи Монте-Карло). Такі підходи застосовуються, коли є достатня база фактичних даних для розрахунку параметрів випадкового процесу. Однак існуючі методи, як правило, потребують значних обчислювальних зусиль і дозволяють змоделювати процес надходження енергії лише з погодинним усередненням (наприклад, обчислювальний комплекс HOMER [5]). Огляд існуючих підходів до моделювання комплексних (гібридних) локальних енергосистем наведено, зокрема, в [6].

Математична модель, що описує потужності ВЕС та СЕС в однакових параметрах і з часовим кроком 10-15 хв, розглянута в роботі [7]. Для моделювання застосовано представлення миттєвої потужності у вигляді осередненого значення для заданого сезону (трендової кривої), середньодобового значення як випадкової величини та поточних короткотермінових змін як випадкового процесу. Отже, функція миттєвої потужності  $p = P(t)$  в загальному випадку матиме вигляд:

$$P(t) = \omega(t) + \sigma \cdot \varepsilon + U(t), \quad (5)$$

де  $\omega(t)$  – осереднена крива, що імітує традиційну зміну впродовж доби;  $\sigma$  – стандартне відхилення середньодобових значень;  $\varepsilon$  – стандартна нормально розподілена випадкова величина;  $U(t)$  – випадковий процес, що стосується відхилень потужності від середньої в момент часу  $t$ . Моделювання здійснюється за такими показниками, як середні значення (математичні сподівання), дисперсії, допустимі зміни за одиницю часу, характер розподілу імовірності певних значень. При цьому до уваги беруться дані з різним часом усереднення – помісячні, середньодобові, поточні. Для вітрових станцій осереднена крива може не

мати вираженого добового ходу, а розподіл швидкості вітру в загальному випадку не є нормальним, хоча може бути близьким до нього; загальноновживаним для вітру є використання розподілу Вейбула. Натомість для сонячної енергії чітко вирізняється денний та нічний час, а функція розподілу інтенсивності в загальному випадку апроксимується емпіричними формулами.

#### Приклад розрахунку роботи енергосистеми.

Для ілюстрації можливостей використання запропонованої моделі (5) розглянемо в якості прикладу роботу автономної енергосистеми, що містить сонячну та вітрову електроустановки, акумулятор і робоче обладнання (споживача енергії). Умови сонячної радіації характерні для широти Києва, літнього місяця [8], а швидкість вітру відповідає розподілу Вейбула, при середньому значенні 5 м/с. Прийmemo для номінальних потужностей:  $P_{BEC} = P_{CEC} = P_1 = 8$  кВт;  $P_2 = 2$  кВт. Для розрахунку сумарної генерації електричної

енергії ВЕС та СЕС значення їх миттєвих потужностей моделюються як зазначено вище. Потім, застосовуючи методи Монте-Карло, можна визначити імовірні рівні сумарної потужності, ймовірність екстремальних значень тощо.

Якщо розглядати сумарну генеровану потужність, то середній рівень становить 4,0-4,2 кВт (рис. 2), а вироблена за добу енергія – близько 100 кВт·год, причому ВЕС виробляє трохи більше половини загальної енергії. Осереднення виконано для 500 реалізацій випадкового процесу з часовим інтервалом моделі 15 хв.

Особливістю даної задачі є наявність коридору робочих потужностей; як правило, в задачах моделювання роботи гібридних енергосистем фігурує конкретний графік навантаження. Середні значення на рис. 2 майже повністю знаходяться в межах робочих потужностей ( $P_1, P_2$ ), проте імовірними є реалізації зі значним перевищенням зазначених рівнів (рис. 3).

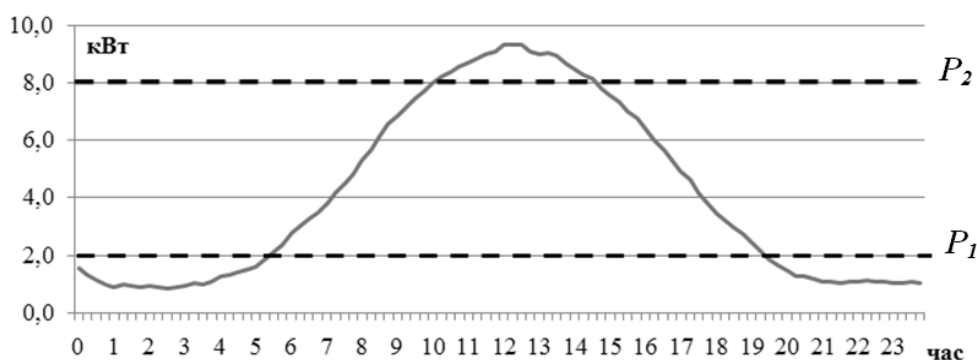


Рис. 2. Осереднена добова хода потужності генерування електроенергії.

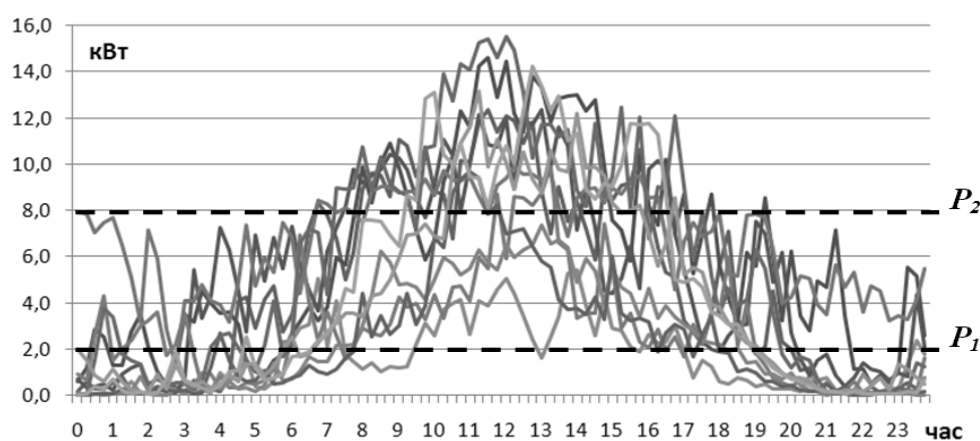


Рис. 3. Типовий характер змін генерованої потужності протягом доби.

Гістограма рівнів повної потужності генерування (частки загального часу) зображена на рис. 4.

Відповідно до гістограми надлишкова енергія як інтегральний показник у даному прикладі приблизно рівна недостатній. Але, якщо брати до уваги тривалість дії певної потужності, то недостатня потужність ( $p < P_1$ ) має імовірність 0,40; робоча потужність (у межах  $P_1, \dots, P_2$ ) – 0,42; надлишкова ( $p > P_2$ ) – 0,18. Якщо не користатися акумуляванням, 8-9% енергії буде втрачено як недостатньої, та 11-12% як надлишкової, тобто спожито буде лише 80% усієї генерованої енергії. Якщо передбачити акумулявання надлишкової енергії з подальшим її використанням, то максимальна потужність зарядки акумулятора – 8 кВт, тобто максимально можлива надлишкова потужність генерування, але імовірність такого режиму низька (див. рис. 4). Так, з імовірністю 0,95 надлишкова потужність не

перевищить 4 кВт, а з імовірністю 0,90 – 2 кВт.

Якщо вважати, що кожна добова реалізація випадкового процесу генерування є незалежною від попередньої, тобто стартовий рівень акумуляованої енергії є нульовим, а розрядження починається у разі недостатньої потужності ( $p < P_1$ ), то максимально можливий з імовірністю 0,95 накопичений протягом дня рівень енергії становить 20 кВт·год, а середній рівень зарядки акумулятора – 5 кВт·год. Приблизно 45-50% часу протягом доби акумулятор не має заряду. Однак для 500 послідовних реалізацій добового циклу, враховуючи можливість накопичення енергії в попередній день, одержимо максимально можливий з імовірністю 0,95 рівень акумуляованої енергії 100 кВт·год, а з імовірністю 0,80 рівень накопичення не перевищує 55 кВт·год при середньому рівні зарядки акумулятора 30 кВт·год (рис. 5).

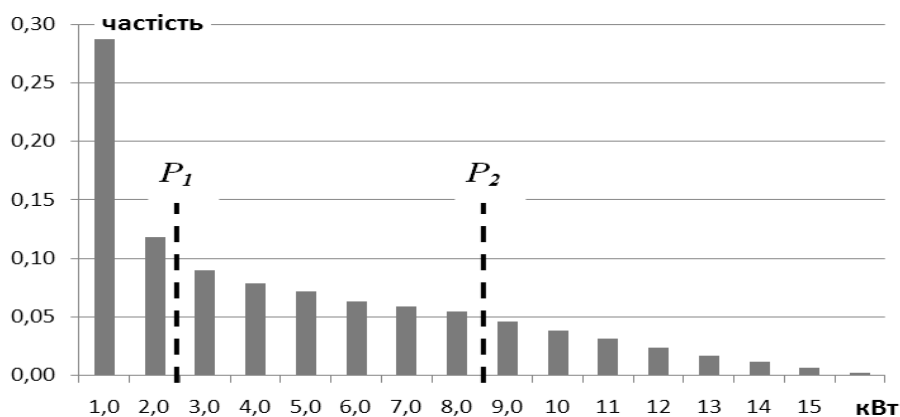


Рис. 4. Гістограма рівнів повної потужності генерування.

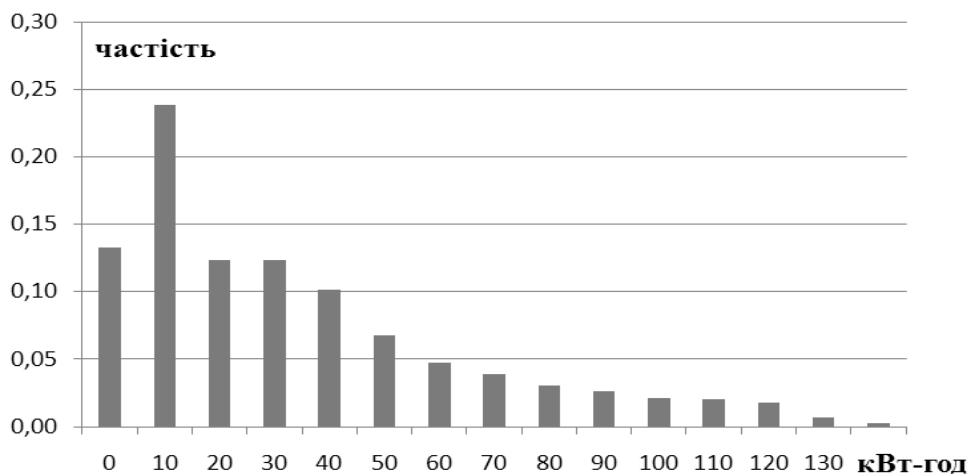


Рис. 5. Гістограма рівнів накопиченої акумулятором енергії.

Тут акумулятор є розрядженим лише 13% загального часу роботи, однак не вся недостатня енергія може бути компенсована за рахунок акумуляування через нерівномірність процесу накопичення; загалом може бути спожито до 90% усієї генерованої енергії. Такими є властивості автономної енергосистеми в даному прикладі, коли використання акумуляованої енергії передбачено лише при потужності, меншій від мінімального рівня ( $p < P_1$ ). Результати будуть іншими, якщо передбачити споживання енергії акумулятора вже при рівні  $p < P_2$ . Тоді акумулятор буде розряджений до 70% часу, максимальний рівень зарядки відповідно зменшиться (в даному прикладі до 17 кВт·год при середньому значенні 3 кВт·год), а рівень використання генерованої енергії зросте до 100%. Однак при цьому зросте і тривалість простоїв обладнання через недостатню потужність, особливо у нічні години, при тому що середня споживана в робочі години потужність зросте. Такий режим доцільний тоді, коли використання енергії не постійне, а прив'язане до денного часу. На практиці необхідно також враховувати допустиму швидкість і діапазон зарядки/розрядки акумулятора, втрати енергії тощо.

У згаданому вище комплексі "вітер-сонце-водень" можливий режим, коли лише надлишкова потужність відновлюваних джерел спрямовується на електролізер – вироблений водень зберігається в балонах, а при недостатній потужності через паливні комірки перетворюється в електроенергію і повертається до енергосистеми [2]. Слід зауважити, що акумуляція типу "електроліз-паливні комірки" спричинить помітні втрати енергії (до 30%), проте продукти електролізу можуть бути використані і для інших потреб.

**Висновки.** Поведінка енергосистеми, яка базується на використанні сонячної та вітрової енергії, залежить від погодних умов і носить випадковий характер. Математичне моделювання рівня сонячної радіації та швидкості вітру у вигляді випадкового процесу з певними параметрами дає змогу оцінити особливості їх спільного застосування. Це важливо при проектуванні автономної енергосистеми, особливо у випадку

існування певних обмежень щодо використання генерованої електроенергії.

Оцінка характеру роботи конкретної енергосистеми на базі ВЕС та СЕС потребує дослідження місцевих погодних умов, особливостей споживання енергії, можливостей її накопичення і властивостей акумуляції тощо. Застосування імітаційного моделювання дозволяє оптимізувати параметри енергосистеми для підвищення її енергетичної та економічної ефективності, підібрати технічні параметри обладнання та визначити імовірні режими його роботи.

1. Розен В.П. і ін. Оптимізація процесів вироблення електроенергії комбінованою електроенергетичною системою // Енергетика. – 2013, №1. – С. 20–26.
2. Esmaeili S., Shafiee M. Simulation of dynamic response of small wind-photovoltaic-fuel cell hybrid energy system // Smart Grid and Renewable Energy – 2012, №3. – P. 194–203.
3. Системи турбогенераторні вітряні. – Ч.12. Випробування вітряних турбін для визначення енергетичних характеристик. ДСТУ ІЕС 61400-12:2001 – 2003. – 38 с.
4. Okinda V., Odero N. A review of techniques in optimal sizing of hybrid renewable energy systems // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2015. – V.4. – №11. – P. 153–163.
5. Ehnberg J., Bollen M. Simulation of global solar radiation based on cloud observations // Solar Energy – 2005. – P. 157–162.
6. R.A1 Badwawi1, T.K.Mallick. A Review of Hybrid Solar PV and Wind Energy System // Smart Science – 2015, V.3, №3. – P. 127–138.
7. Кузнєцов М.М. Моделювання спільної роботи вітрової та сонячної електростанцій // Відновлювана енергетика – 2016, №1. – С. 12–16.
8. Електронний ресурс: // eosweb.larc.nasa.gov, satelight.com.

#### REFERENCES

1. Rozen V.P. et al. Optimization of power generation by a combined electricity system // Enerhetyka. – 2013. – №1. – Pp. 20–26. (Ukr)
2. Esmaeili S., Shafiee M. Simulation of dynamic response of small wind-photovoltaic-fuel cell hybrid energy system // Smart Grid and Renewable Energy – 2012. – №3. – Pp. 194–203.
3. Systems wind turbogenerating. – Part.12. Testing wind turbine to determine energy performance. DSTU IES 61400-12:2001 – 2003. – 38 p.
4. V.Okinda, N.Odero. A review of techniques in optimal sizing of hybrid renewable energy systems // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2015. – Vol.4. – №11. – Pp. 153–163.

5. J.Ehnberg, M.Bollen. Simulation of global solar radiation based on cloud observations // *Solar Energy* – 2005. – Pp. 157–162.

6. R.AI Badwawi1, T.K.Mallick. A Review of Hybrid Solar PV and Wind Energy System // *Smart Science* – 2015. – V.3. – №3. – Pp. 127–138.

7. Kuznietsov M.M. Modeling cojoint pwerformance of wind and solar power plants operation // *Vidnovliuvana enerhetyka* – 2016. – №1. – Pp. 12–16.

8. [http:// eosweb.larc.nasa.gov, satel-light.com](http://eosweb.larc.nasa.gov_satel-light.com).

**Н.П.Кузнецов**, докт.техн.наук (Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, Киев)

### **Некоторые особенности автономной работы ветровой и солнечной электростанций**

*Текущая мощность ветровой и солнечной электростанций зависит от состояния погоды и является переменной слабо предсказуемой величиной. Использование таких электростанций в составе автономной энергосистемы имеет определенные особенности, которые носят вероятностный характер и могут быть имитированы с помощью математических моделей. Определение параметров энергосистемы требует учета местных климатических условий и особенностей работы при переменном характере поступлений электроэнергии. Библ. 8, рис. 5.*

**Ключевые слова:** ветроэлектростанция, солнечная электростанция, математическая модель, автономная энергосистема, аккумуляирование энергии.

**Kuznietsov M.** (Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine, Kyiv)

### **Some features of autonomous work of wind and solar power stations**

*Current capacity of wind and solar power depends on the weather, and is slightly predictable variable value. The use of such power in the autonomous power system has certain features*

*that are probable and can be simulated using mathematical models. Determination of the system's parameters require consideration of local climatic conditions and characteristics of work at the changing nature of electricity flow. References 8, figures 5.*

**Keywords:** wind power, solar power, mathematical model, autonomous grid, energy storage.

### SYNOPSIS

The common drawback of wind and solar power is their dependence on the weather, so that the current level of power can only be predicted with some accuracy. This property limits the possibility of their using in autonomous power system. The options work is possible when all electricity is used without restrictions and scheduling, in other cases some part of energy produced is lost or consumer equipment used with significant downtime. The situation could be improved if provided the opportunity to energy accumulation and further use. To optimize the parameters of such a combined power system can only probabilistic assessment of different operating modes with a given confidence level. Averaged performance of the power are dependent on the probability distribution function of random components, but the presence of accumulating make important not only the quantity but also the sequence of appearance of certain values of generated power. Thus, the current capacity is defined as a random process in real time. Appropriate mathematical modeling allows to apply statistical methods that can be generated to determine the likely level of power consumption and the probability of extreme values, so on. Calculations show for a specific example, the probability of equipment downtime or loss of energy is quite high. The use of electric batteries can reduce these losses or eliminate them. Specific parameters of the battery power can be determined by characteristics of wind and solar power, but the decisive role played by the climatic conditions of the area, seasonal weather changes. Assessment of the particular power system based on wind and solar also needs to study the characteristics of energy consumption, the capacity of its storage, storage battery properties.

Стаття надійшла до редакції 14.03.16

Остаточна версія 11.05.16