

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**  
**ВІДДІЛЕННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГЕТИКИ**  
**ІНСТИТУТ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

---

**ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА**  
**№1 (56) – 2019**

**НАУКОВО-ПРИКЛАДНИЙ ЖУРНАЛ**

ІВЕ НАН України

Київ-2019

---

**Національна академія наук України**  
**Відділення фізико-технічних проблем енергетики**  
**Інститут відновлюваної енергетики**  
*Науково-прикладний журнал*  
**ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА**

---

**Заснований у серпні 2004 року**

*Зареєстровано в Державному комітеті телебачення і радіомовлення України,  
реєстраційне свідоцтво КВ№9115 від 1 вересня 2004 року*

*Журнал входить до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися  
результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук»,  
затвердженого наказами Міністерства освіти і науки України від 24.05.2018 №527 та 16.07.2018 №775*

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР**

**Кудря С.О.** чл.-кор. НАН України, д-р. техн. наук, проф.

**ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА**

**Резцов В.Ф.** чл.-кор. НАН України, д-р. техн. наук, проф.

**ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ**

<b>Басок Б.І.</b>	чл.-кор. НАН України, д-р. техн. наук, проф.
<b>Бскіров Е.А.</b>	д-р техн. наук, доц.
<b>Васько П.Ф.</b>	д-р техн. наук, ст. наук. співр.
<b>Головко В.М.</b>	д-р техн. наук, проф.
<b>Гусєв О.І.</b>	гол. ред. міжн. наук. журн. «Альтернативная энергетика и экология» (Росія)
<b>Долінський А.А.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Карп І.М.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Кулик М.М.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Мацевитий Ю.М.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Мислович М.В.</b>	д-р техн. наук, проф.
<b>Мхітарян Н.М.</b>	чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Маєгаард П.</b>	почесний директор «Nordic Folkecenter for Renewable Energy» (Данія)
<b>Павлов В.Б.</b>	д-р техн. наук, ст. наук. співр.
<b>Собчук Г.</b>	д-р техн. наук, проф. (Польща)
<b>Стогній Б.С.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Стріугас Н.</b>	д-р техн. наук (Литва)
<b>Троціковські Т.</b>	д-р техн. наук (Польща)
<b>Фіалко Н.М.</b>	чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Халатов А.А.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Шидловський А.К.</b>	акад. НАН України, д-р техн. наук, проф.
<b>Шмідт Д.</b>	д-р техн. наук, Solarinitiative Mecklenburg Vorpommern MV e.V (Німеччина)
<b>Юрченко О.М.</b>	д-р техн. наук, ст. наук. співр.
<b>Яндутьський О.С.</b>	д-р техн. наук, проф.

**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР**

**Суржик Т.В.** вчений секретар Інституту відновлюваної енергетики НАНУ, канд. техн. наук

---

Науковий редактор: Резцов В.Ф.  
Редактор випуску: Щокін А.Р.  
Редакційна група: Пономаренко О.П., Щокіна В.А., Іванчук О.І.  
Верстка: Кушнір І.О., Тейфанд М.А.

**КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ:**  
02094 вул. Гната Хоткевича, 20А, м. Київ, Україна  
Інститут відновлюваної енергетики НАН України  
тел. /факс: +38 (044) 206-28-09  
e-mail: ar.shchek@gmail.com  
www.ve.org.ua

Журнал підтримує політику відкритого доступу, прийняту Берлінською директивою в жовтні 2003 р. Комерційне використання статей журналу заборонено. При цитуванні посилання на журнал «Відновлювана енергетика» обов'язкове. Надіслані матеріали не повертаються. Думка редакційної ради може не співпадати з поглядами авторів матеріалів. Редакція не несе відповідальності за інформацію, надану авторами. Статті проходять процедуру подвійного «сліпого» рецензування. Редколегія залишає за собою право відхилити друк статті.

---

**National Academy of Sciences of Ukraine**  
**Department of Physical and Technical Energy Problems**  
**Institute of Renewable Energy**  
*Scientific and applied journal*  
**VIDNOVLUVANA ENERGETIKA**

---

*Founded in August, 2004*

*Registered by the State Committee for Television and Radio-Broadcasting of Ukraine,  
registration certificate «KB.№9115», September 1, 2004*

*According to the «List of scientific professional periodicals of Ukraine», the journal is appropriate for  
publishing results of thesis (dissertations) for Doctor of Science and Ph.D. degrees in Technical science.*

*The list is approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine decree №527 from 24.05.2018 and №775 from 16.07.2018.*

**EDITORIAL BOARD**

**CHIEF EDITOR**

**Kudria S.O.** corresponding member of NAS of Ukraine, Sc.D., professor

**DEPUTY EDITOR**

**Rieztsov V.F.** corresponding member of NAS of Ukraine, Sc.D.

**EDITORIAL BOARD MEMBERS**

<b>Basok B.I.</b>	corresponding member of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Biekirov E.A.</b>	Sc.D., docent
<b>Dolinskyi A.A.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Fialko N.M.</b>	corresponding member of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Holovko V.M.</b>	Sc.D., professor
<b>Husiev O.L.</b>	chief editor for the journal «Alternativnaya energetika i ekologiya» (Russia)
<b>Karp I.M.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Khalatov A.A.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Kulyk M.M.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Matsevit Yu.M.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Mkhitarian N.M.</b>	corresponding member of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Myslovych M.V.</b>	Sc.D., professor
<b>Maegaard P.</b>	director emeritus of Nordic Folkecenter for Renewable Energy (Denmark)
<b>Pavlov V.B.</b>	Sc.D., senior researcher
<b>Schmidt D.</b>	Dr.-Ing., Solarinitiative Mecklenburg Vorpommern MV e.V (Germany)
<b>Shydlovskiy A.K.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Sobchuk H.</b>	Sc.D., professor (Poland)
<b>Stohnii B.S.</b>	academician of NAS of Ukraine, Sc.D., professor
<b>Striūgas N.</b>	Sc.D. (Lithuania)
<b>Vasko P.F.</b>	Sc.D., senior researcher
<b>Yandulskyi O.S.</b>	Sc.D., professor
<b>Yurchenko O.M.</b>	Sc.D., senior researcher
<b>Trocikowski T.</b>	Sc.D. (Poland)

**EXECUTIVE SECRETARY**

**Surzhyk T.V.** scientific secretary of the Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine

---

Science editor: Rieztsov V.F.

Issue editor: Shchokin A.R.

Editorial team: Ponomarenko O.P., Shchokina V.A., Ivanchuk O.I.

Layout: Kushnir I.O., Tefnants M.A.

**CONTACT INFORMATION:**

Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine,  
20A Hnata Khotkevycha St., Kyiv, Ukraine  
tel. /fax: +38 (044) 206-28-09  
e-mail: ar.shchek@gmail.com  
www.ve.org.ua

The journal supports the open access policy adopted by the Berlin Directive in October 2003. Commercial use of journal articles is prohibited. Referring to «**Vidnovluvana Energetika**» is required when quoting. The journal does not returned submitted articles to the authors. The views and opinions expressed in the articles do not necessarily reflect the views or opinions of the editors or the editorial board. Editorial board is not responsible for the information provided herein. Journal follows a procedure of double-blinded peer review. The editorial board has the right to reject the paper.