

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ НЕГАРАНТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Досліджено використання водню для тепло- та електропостачання та компенсації нестабільності негарантованих джерел енергії. Проаналізовано проблеми електроенергетики, які можна вирішити шляхом використання водневих технологій. Класифіковано методи отримання водню.*

**Ключові слова:** негарантовані джерела енергії, водневі технології, відновлювані джерела енергії.

### **Abstract**

*The use of hydrogen for heat and power supply and compensation of instability of non-guaranteed energy sources has been studied. The problems of the electric power industry that can be solved by using hydrogen technologies are analyzed. Methods of hydrogen production are classified.*

**Keywords:** non-guaranteed energy sources, hydrogen technologies, renewable energy sources.

### **Вступ**

У звітах Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA) [1] (міжурядової організації, яка підтримує країни в їх переході до сталого енергетичного майбутнього і досліджує всі типи відновлюваних джерел енергії, включаючи біоенергетику, геотермальну, гідроенергетичну, океанську, сонячну та вітрову енергію, для досягнення сталого розвитку, доступу до енергетики, енергетичної безпеки та використання безвуглецевих технологій генерування електроенергії) за 2018-2019 роки звертається увага на швидкі темпи нарощування встановленої потужності відновлюваних джерел енергії, в тому числі і негарантованих [2-7].

В нормативному документі СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014 «Норми технологічного проектування енергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище» зазначено, що електростанцією негарантованої потужності називається електростанція, яка використовує нестабільний природний енергоресурс, в результаті чого вона має обмежену можливість або зовсім не має можливості регулювати свою потужність у відповідності із заданим добовим графіком. Тому актуальною є задача пошуку нових технологій компенсації нестабільності генерування електроенергії негарантованими джерелами енергії. Одним із перспективних напрямків є використання водневих технологій, що дозволить вирішити ряд проблем в енергетичній галузі (рис. 1).

### **Результати дослідження**

Багато розвинутих країн світу, таких США, Китай почали активно використовувати водень як джерело електроенергії [8]. Водневі технології ефективно використовують не тільки в електроенергетиці, а й в транспорті та теплоенергетиці [9]. В Україні прийнята Дорожня карта розвитку водневої енергетики на період до 2035 року щодо забезпечення використання водню у якості екологічно чистого енергоносія [10]. Використання водню для тепло- та електропостачання та компенсації нестабільності негарантованих джерел енергії може здійснюватись за схемою, запропонованою на рис. 2. Тому розглянемо більш детально класифікацію методів отримання водню, які детально представлені на рис. 3.

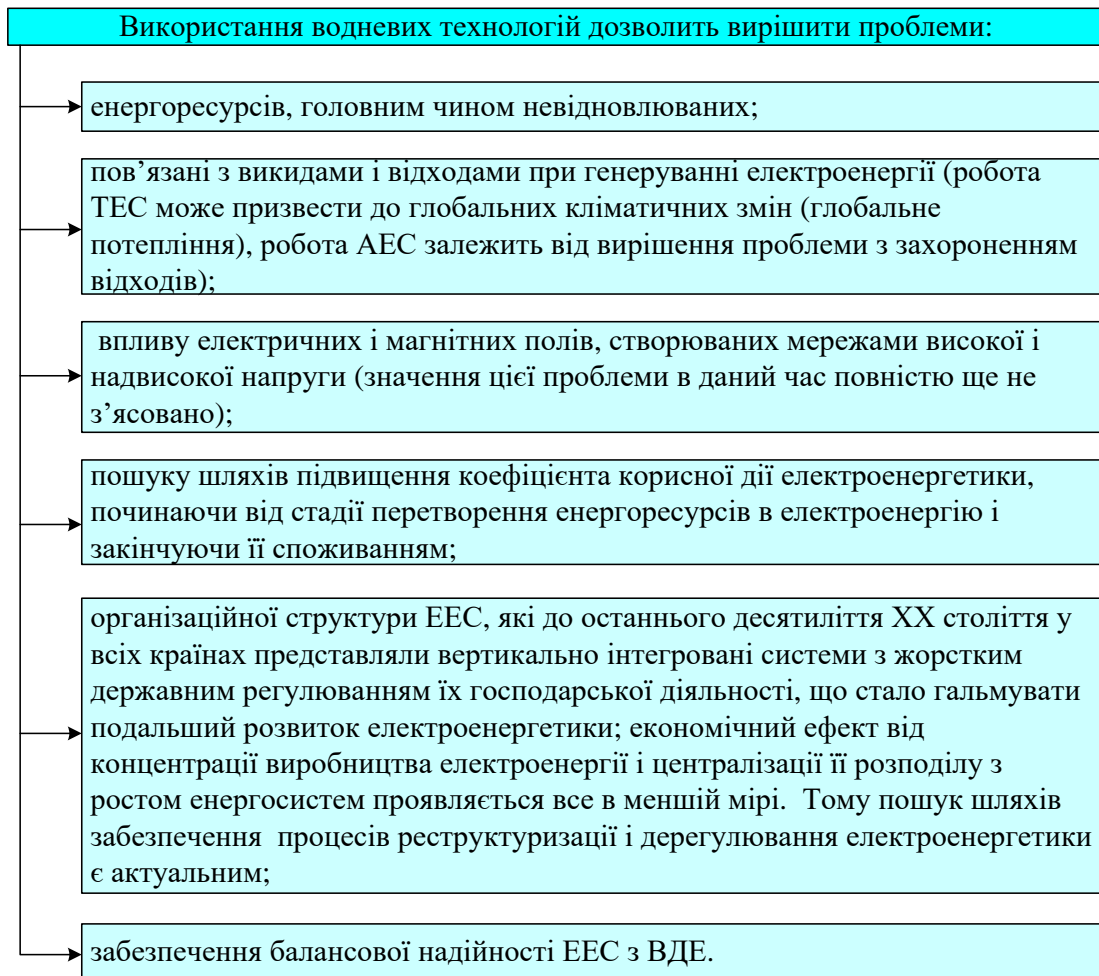


Рисунок 1 – Проблеми електроенергетики які можна вирішити шляхом використання водневих технологій

До вирішення цих проблем є багато підходів. В першу чергу це розвиток ВДЕ, таких як вітро-, сонячна- і гідроенергетика, а також атомної енергетики. Однак оскільки ці джерела повинні бути прив'язані до конкретної місцевості і розосереджені на цих територіях, то вони не дозволяють вирішити завдання забезпечення електроенергією великі промислові підприємства і електротранспорт. Воднева енергетика також відповідає світовим тенденціям автономного і локального енергоспоживання.

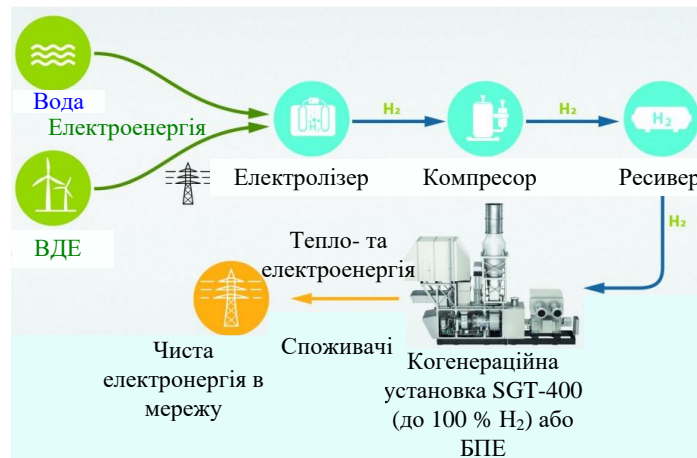


Рисунок 2 – Блок-схема використання водню для тепло-та електропостачання (БПЕ – батарея паливних елементів) та компенсації нестабільності негарантованих джерел енергії.

Використання водневих установок більш екологічне хоча б тому, що дозволяють генерувати стільки електроенергії, скільки необхідно споживачеві, і використовувати її з меншими втратами електроенергії, ніж при електропостачанні від центру живлення. Розподілені джерела енергії (ВДЕ) є дуже зручні для віддалених регіонів, куди важко простягнути ЛЕП, і для дачних і віддалених селищ, що характерно для України

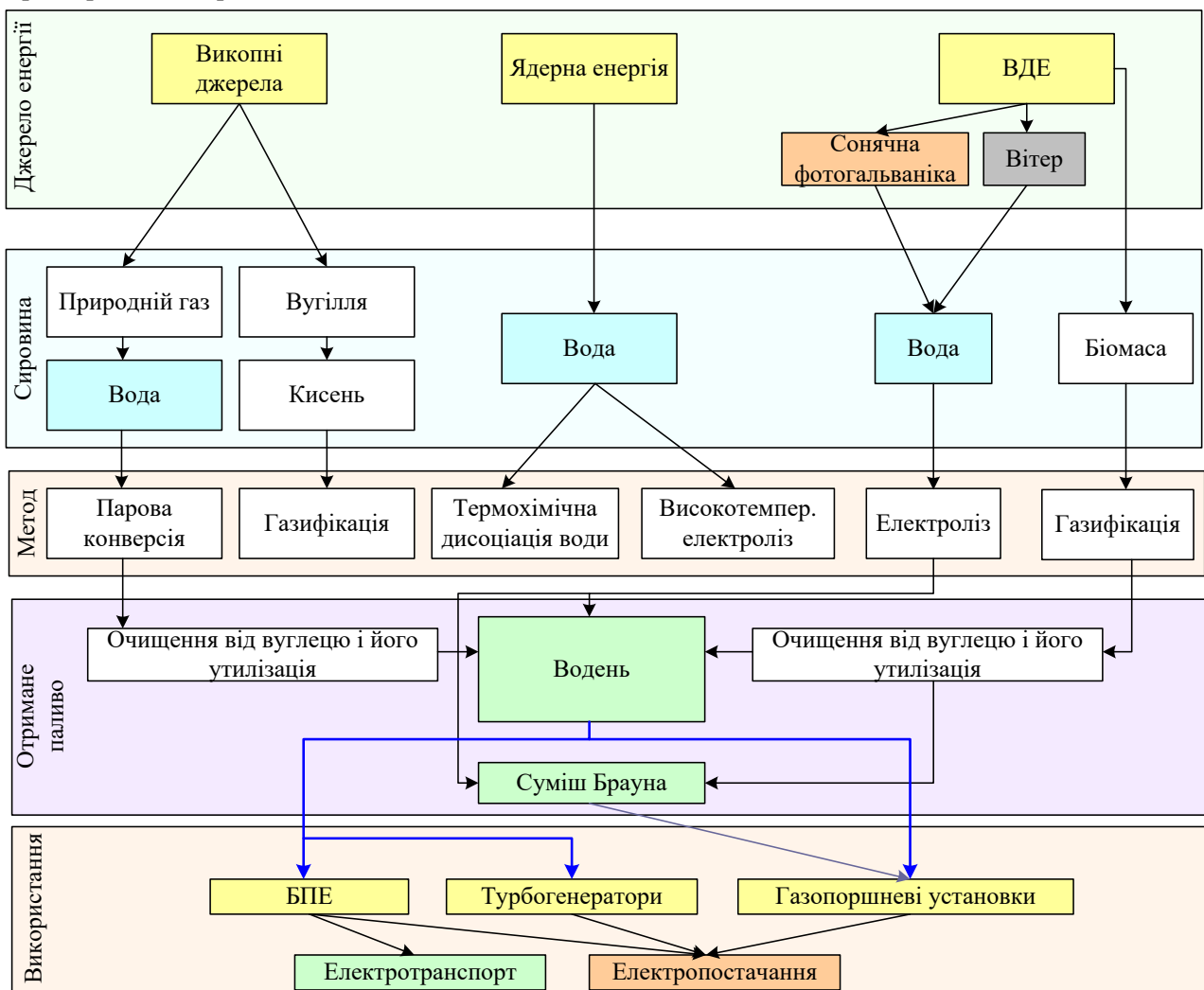


Рисунок 3 – Методи отримання водню та суміші Брауна та галузі їх застосування

### Висновки

Збільшення частки ВЕС та СЕС, які прийнято вважати електростанціями негарантованої потужності, в генеруванні електроенергії потребує вирішення низки задач, пов'язаних з забезпеченням надійної та стабільної роботи електричних мереж. Використання водневих технологій є перспективним напрямком компенсації нестабільності генерування електростанціями негарантованої потужності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IRENA. (2019). Renewable capacity statistics Available: <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>
2. G. Sree Lakshmi, Rubanenko O., G. Divya, and V. Lavanya, "Distribution Energy Generation using Renewable Energy Sources," presented at the 2020 IEEE India Council International Subsections Conference (INDISCON), India, 2020.

3. O. Rubanenko, O. Miroshnyk, S. Shevchenko, V. Yanovych, D. Danylchenko, and O. Rubanenko, "Distribution of Wind Power Generation Dependently of Meteorological Factors," in 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2020, pp. 472-477.
4. O. Rubanenko and V. Yanovych, "Analysis of instability generation of Photovoltaic power station," in 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 2020, pp. 128-133.
5. O. Rubanenko, V. Yanovych, O. Miroshnyk, and D. Danylchenko, "Hydroelectric Power Generation for Compensation Instability of Non-guaranteed Power Plants," in 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), 2020, pp. 52-56.
6. P. Lezhniuk, V. Komar, and O. Rubanenko, "Information Support for the Task of Estimation the Quality of Functioning of the Electricity Distribution Power Grids with Renewable Energy Source," in 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 2020, pp. 168-171.
7. Рубаненко О.О., "Аналіз нестабільності генерування відновлюваними джерелами енергії з урахуванням їх технічного стану," *Lighting Engineering & Power Engineering* vol. 3, no. 59, pp. 19-27, 2020.
8. J. Ren, S. Gao, H. Liang, S. Tan, and L. Dong, "Chapter 1 - The Role of Hydrogen Energy: Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats," in *Hydrogen Economy*, A. Scipioni, A. Manzardo, and J. Ren, Eds.: Academic Press, 2017, pp. 1-33.
9. K. Volkart, M. Densing, R. De Miglio, T. Priem, S. Pye, and B. Cox, "Chapter 23 - The Role of Fuel Cells and Hydrogen in Stationary Applications," in *Europe's Energy Transition*, M. Welsch et al., Eds.: Academic Press, 2017, pp. 189-205.
10. S. Kudria, O. Riepkın, L. Yatsenko, L. Shynkarenko, and M. Tkalenko, "КОНЦЕПЦІЯ ДОРОЖНЬОЇ КАРТИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2035 РОКУ," *Vidnovluvana energetika*, pp. 22-28, 12/26 2019.

**Урсуленко Валентин Володимирович** — студент групи 1EE-18Б, факультет електроенергетики та електро-механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [ursulenkovalentin@gmail.com](mailto:ursulenkovalentin@gmail.com)

**Рубаненко Олена Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [olenarubanenko@ukr.net](mailto:olenarubanenko@ukr.net)

**Гулько Ірина Олександрівна** – канд. техн. наук, старший викладач кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, email: [iryana\\_hunko@ukr.net](mailto:iryana_hunko@ukr.net)

**Ursulenko Valentine V.** — student groups 1EE-18b, Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [ursulenkovalentin@gmail.com](mailto:ursulenkovalentin@gmail.com)

**Rubanenko Olena Oleksandrivna** – Ph.D., Associate Professor, Doctoral student of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [olenarubanenko@ukr.net](mailto:olenarubanenko@ukr.net)

**Hunko Iryna Oleksandrivna** – Ph.D., Senior Lecturer of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [iryana\\_hunko@ukr.net](mailto:iryana_hunko@ukr.net)