

- native to Traditional Fuels]. *Ahrobiolohiia*. 2011. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr\\_2011\\_6\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2011_6_39)
- McKendry, P. "Energy production from biomass (part 1): overview of biomass". *Bioresource Technology*, vol. 83, no. 1 (2002): 37-46.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
- McKendry, P. "Energy production from biomass (part 2): conversion technologies". *Bioresource Technology*, vol. 83, no. 1 (2002): 47-54.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00119-5)
- Obgruntuvannia ekonomichnoi dotsilnosti stvorennia promysloвого kompleksu z vyroshchuvannia ta pereroblenia mikrovodorostei u biodyzel* [Substantiation of Economic Expediency of Creation of an Industrial Complex on Cultivation and Processing of Microalgae into Biodiesel]. Kharkiv: PP NKTsTU, 2019.
- Ofitsiyni sait kompanii EcoTeam. <https://ecoteam.prom.ua/>
- Ofitsiyni sait kompanii ООО «FERTELYTA HRUPP». <http://fertelita.com/>
- Ofitsiyni sait kompanii TOV «Standart-2010». <http://standart-2010.derevo.ua/>
- Ofitsiyni sait kompanii TOV «Yevromaister Hrup». <https://ring.org.ua/edr/uk/company/38633520>
- Roik, M. V. et al. "Bioenerhetyka v Ukraini: stan ta perspe-

- kyvy rozvytku" [Bioenergy in Ukraine: State and Prospects of Development]. *Bioenerhetyka*, no. 1 (2013): 5-10.
- Shevchuk, R. "Bioenerhetychni kultury dlia Polissya" [Bioenergy Crops for Polissya]. *Ahrarnyi Tyzhen*. Ukraina. <https://a7d.com.ua/plants/13853-boenergetichn-kulturi-dlya-polssya.html>
- Sokolnykova, K. "A u nas zamist vuhillia, hazu i drov - enerhetychni kultury" [And Instead of Coal, Gas and Firewood, We Have Energy Crops]. *AgroPortal*, October 19, 2016. <https://agroportal.ua/ua/publishing/analitika/a-u-nas-vmesto-uglya-gaza-i-drov-energeticheskie-kultury/>
- Vorobei, V., Melekh, Ya., and Hudz, N. "Vykorystannia biomasny enerhetychnykh kultur u pivnichnykh oblastiakh Ukrainy (Volynska, Rivnenska, Zhytomyrska, Kyivska ta Chernihivska oblasti) : analitychne doslidzhennia" [Use of Biomass of Energy Crops in the Northern Regions of Ukraine (Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv Regions): Analytical Study]. *Ahentsiia ekonomichnoho rozvytku PPV Knowledge Networks*. Lviv, 2018. [https://www.ppv.net.ua/uploads/work\\_attachments/Studies\\_of\\_Forest-based\\_and\\_Energy\\_Crops\\_Biomass-for-Energy\\_Use\\_in\\_Northern\\_Oblasts\\_of\\_Ukraine\\_PPV\\_2018\\_UA.pdf](https://www.ppv.net.ua/uploads/work_attachments/Studies_of_Forest-based_and_Energy_Crops_Biomass-for-Energy_Use_in_Northern_Oblasts_of_Ukraine_PPV_2018_UA.pdf)

УДК 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

## АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ, ТЕПЛОВОЇ ТА ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ УКРАЇНИ

©2020 ВІННИЧЕНКО О. В.

УДК 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

### Вінниченко О. В. Аналіз проблем розвитку атомної, теплової та відновлюваної енергетики в енергосистемі України

З метою дослідження процесу розвитку енергетичної системи України було проаналізовано сучасний стан і проблеми розвитку атомної, теплової та поновлюваної енергетики. Визначено світові тенденції розвитку атомної енергетики та зазначено, що після короткочасного спаду, викликаного аварією на АЕС «Фукусіма-1», почалося поступове зростання кількості реакторів, що знаходяться в експлуатації. Окреслено кризову ситуацію, що склалася на ринку атомної та теплової енергетики. У рамках існуючої на сьогодні моделі ПСО (Public Service Obligation – PSO) компанія НАЕК «Енергоатом» зазнає значних збитків. Обмеження виробництва електричної енергії на АЕС у 2020 р. є недостатньо обґрунтованим заходом, який негативно вплине на енергетичну безпеку країни. Зупинка енергоблоків атомних станцій означає, що вони замість виробництва енергії починають її споживати, при цьому потребують постійного чергування й обслуговування обладнання, функціонування систем безпеки. Зазначено, що вугільні ТЕС України вже виробили свій розрахунковий ресурс і мають вкрай низький коефіцієнт використання встановленої потужності. Крім того, вугільні електростанції в Україні використовують у маневрових режимах, для покриття пікових навантажень, що призводить до прискореного зносу обладнання та знижує ефективність виробництва. Зроблено порівняльний аналіз розвитку відновлюваної енергетики (ВДЕ) та доведено, що збільшення виробництва електроенергії за рахунок ВДЕ потребує розробки достатніх маневрових потужностей. Поточна ситуація свідчить про те, що потужностей ГЕС та ГАЕС не вистачає, тому на цей час для таких цілей використовують вугільні ТЕС, але такий позаштатний режим роботи призводить до подальшого зношення обладнання та до збільшення аварійних ситуацій.

**Ключові слова:** електроенергія, атомна енергетика, тепла енергетика, відновлювані джерела енергії.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-11-132-138>

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 11.

**Вінниченко Олена Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів та кредиту, Харківський національний університет будівництва та архітектури (вул. Сумська, 40, Харків, 61000, Україна)

E-mail: [viavi1974@gmail.com](mailto:viavi1974@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4681-7975>

UDC 330.34

JEL: L94; O13; P48; Q42; Q43

### Vynnychenko O. V. Analyzing the Problems of Development of Nuclear, Thermal and Renewable Energy in Terms of the Electric Power System of Ukraine

In order to research the process of development of the energy systems of Ukraine, the current status and problems of development of nuclear, thermal and renewable energy are analyzed. The global trends in the development of nuclear energy is identified and it is noted that after the short-term decline caused by

the accident at the «Fukushima-1» nuclear power plant, a gradual increase in the number of operating reactors has begun. The crisis situation in the nuclear and thermal energy market is outlined. Within the framework of the existing PSO (Public Service Obligation) model, the National nuclear power generating company «Energoatom» suffers significant losses. The limitation of electrical energy production at nuclear power plants in 2020 is an insufficiently grounded measure that will adversely affect the energy security of the country. Shutting down the power units of nuclear plants means that instead of producing energy one begins to consume energy, while a constant duty with ongoing servicing of equipment and maintaining the security systems is required. It is indicated that the coal-fired power plants of Ukraine have already developed their estimated resource and have an extremely low usage rate of installed capacity. In addition, coal-fired power plants in Ukraine are used in maneuvering modes, to cover peak loads, which leads to accelerated wear and tear of equipment and reduces production efficiency. A comparative analysis of the development of renewable energy sources (RES) is carried out and it is proved that the increase in electrical energy production due to RES requires the development of sufficient maneuvering capacities. The current situation indicates that the capacities of HPP and PHES are not sufficient, so at this time coal-fired power plants are used for such purposes, but such a part-time mode of operation leads to further wear and tear of equipment and an increase in emergency situations.

**Keywords:** electrical energy, nuclear energy, thermal energy, renewable energy sources.

**Fig.:** 1. **Tabl.:** 3. **Bibl.:** 11.

**Vinnychenko Olena V.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Finance and Credit, Kharkiv National University of Construction Engineering and Architecture (40 Sumska Str., Kharkiv, 61000, Ukraine)

**E-mail:** viavi1974@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4681-7975>

Основою функціонування всіх сфер економічного життя є забезпечення стабільного та безперервного енергопостачання, яке впливає на стан економіки та на загальний рівень життя населення. Сучасному етапу перетворень у світовій енергетичній сфері притаманне зростання попиту на енергоресурси, активізація використання поновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності.

Останні тенденції спрямовані на автоматизацію та цифровізацію багатьох сфер економічного життя, що потребують споживання більшої кількості електроенергії.

Питанням розвитку окремих складових енергетичного комплексу України приділяли значну увагу вітчизняні науковці, а саме: Носовський А. В. [3; 5], Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Задунай О.С. [4] – досліджують перспективи атомної енергетики; Дубровський В. В. і Шрайбер О. А. [6] – аналізують тенденції розвитку вугільної теплової генерації; Буратинський І. М. [8] – розглядає особливості виробництва енергії з поновлюваних джерел. Аналіз літературних джерел дозволив з'ясувати, що основні складові енергетичного комплексу аналізуються окремо. Це дозволило запропонувати підхід, в основі якого лежить комплексна оцінка атомної, теплової та поновлюваної енергетики як основних складових енергетичного комплексу України.

Об'єднана енергосистема України (ОЕС України) є одним із найбільших енергетичних об'єднань Європи. ОЕС України здійснює централізоване електрозабезпечення внутрішніх споживачів, взаємодіє з енергосистемами суміжних країн, здійснює імпорт та експорт електроенергії.

У 2019 р. виробництво електроенергії в Україні складалося таким чином: АЕС – 55%; ГК ТЕС – 29%; ТЕЦ і Блок-станції – 8%; ГЕС і ГАЕС – 5% (рис. 1).

Як видно з рис. 1, провідне місце у виробництві електроенергії у 2019 р. належить АЕС – 55% від загального виробництва електроенергії, при цьому у структурі джерел постачання установлена елек-

трична потужність складає 27%. Для ТЕС на кінець 2019 р. у структурі джерел виробництво електроенергії складає 29% та має вагому установлену електричну потужність на рівні 43%.

У 2019 р. атомна енергетика України була базовою складовою в енергозабезпеченні держави, виробляючи 50% електроенергії. Це є важливим чинником надійного енергозабезпечення споживачів України в умовах дефіциту вугілля через фактичну окупацію частини Донбасу та одним із основних факторів забезпечення енергетичної незалежності держави.

За даними World Nuclear Association, станом на кінець 2019 р. у світі експлуатувалося 193 атомні електростанції з 449 енергоблоками загальною електричною потужністю близько 399 307 ГВт, серед діючих: у США знаходиться 98 реакторів, у Франції – 58, у Китаї – 48, у Росії – 39, у Південній Кореї – 25, в Україні та Великобританії – по 15 енергоблоків (табл. 1).

Частка ядерної енергії в електропостачанні Франції у 2019 р. становила 70,6%, Словаччини – 53,9%, Бельгії – 47,6%, України – 53,9%. Деякі країни, такі як Італія, Португалія та Австрія, не експлуатують свої ядерні установки, але імпортують електричну енергію, вироблену на АЕС в інших країнах.

У 2002 р. Кабінет Міністрів Бельгії схвалив проект закону про виведення АЕС із експлуатації починаючи з 2015 р. У разі відмови від АЕС ціна на електроенергію зросте, і Бельгія буде змушена імпортувати 85% загального спожитого обсягу електроенергії у вигляді газу. Тому у 2009 р. уряд Бельгії вирішив відкласти на 10 років перший етап запланованого згорання ядерної енергетики і підписав угоду про продовження строку експлуатації АЕС до 2025 р. [3].

На сьогодні в Японії перебувають в експлуатації 9 із наявних 37 енергоблоків, що призвело до різкого зменшення виробництва електроенергії, переходу на режим жорсткої економії та суттєвих обмежень у використанні електроенергії як на виробництві, так і в побуті.

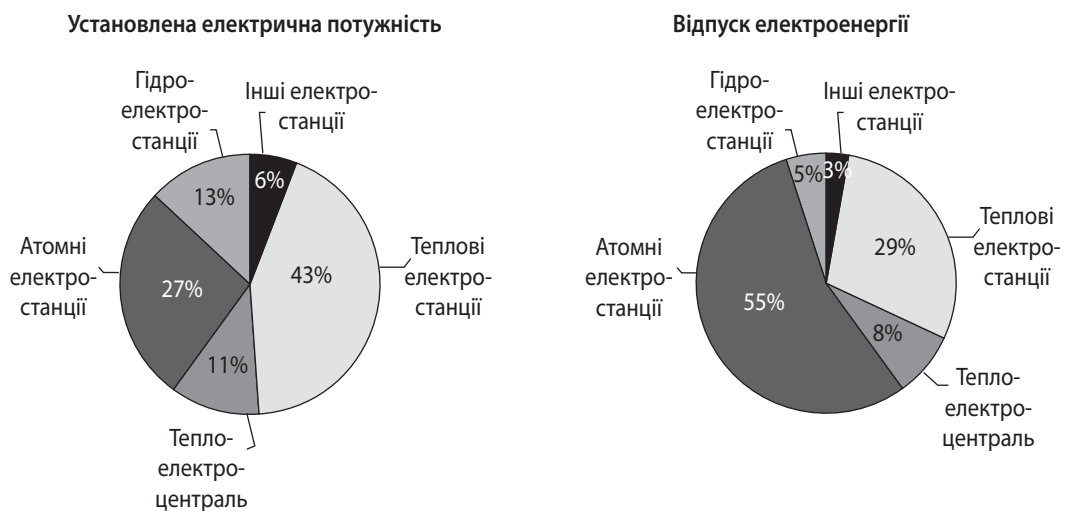


Рис. 1. Установлена електрична потужність і відпуск електроенергії в Україні на кінець 2019 р.

Джерело: побудовано за даними [1].

Таблиця 1

Показники, що характеризують виробництво атомної енергії у світі за 2019 р.

Країна	Кількість працюючих реакторів, од.	Постачання ядерної електроенергії, ГВт·год	Частка атомної енергії в загальному виробництві електроенергії, %
США	98	809358,57	19,7
Франція	58	382402,75	70,6
Китай	48	330122,19	4,9
Росія	39	195535,15	19,7
Японія	9	65681,92	7,5
Корейська Республіка	25	138809,49	26,2
Індія	22	40740,49	3,2
Канада	19	94853,85	14,9
Україна	15	78144,26	53,9
Англія	15	51032,09	15,6
Швеція	8	64428,86	34
Бельгія	7	41421,66	47,6
Іспанія	7	55856,07	21,4
Чеська Республіка	6	28581,12	35,2
Пакистан	5	9065,8	6,6
Фінляндія	4	22914,88	34,7
Угорщина	4	15414,83	49,2
Словаччина	4	5532,98	53,9
Аргентина	3	7926,96	5,9
Бразилія	2	15224,11	2,7
Болгарія	2	15868,88	37,5
Румунія	2	10368,21	18,5
Південна Африка	2	13602,57	6,7
Нідерланди	1	3700,71	3,2
Вірменія	1	2028,96	27,8

Джерело: складено за даними [2].

Енергетична проблема Японії стала свого роду катализатором гострих обговорень перспектив ЯЕ в усьому світі. Загальна думка фахівців зводиться до того, що після серйозної аварії на японській АЕС «Фукусіма-1», яку було поставлено поряд з Чорнобильською, розвиток світової атомної енергетики не зупиниться [4].

На початок 2020 р. 19 країн світу будують 53 реактори (табл. 2). Після короткочасного спаду, викликаного «постфукусімським» синдромом, почалося зростання кількості задіяних реакторів.

Таблиця 2

Типи діючих ядерних реакторів

Тип реактора	Кількість реакторів, що знаходяться в експлуатації, од.	Кількість реакторів, які будуються, од.
PWR	301	43
BWR	64	4
PHWR	48	4
GCR	14	
LWGR	12	
FBR	3	1
HTGR		1
Усього	442	53

Джерело: складено за даними [2].

Станом на 2020 р. у світі використовуються шість основних типів ядерних реакторів: реактор з водою-охолоджувачем під тиском (PWR), або його аналог – водо-водяний енергетичний реактор (ВВЕР), киплячий ядерний реактор (BWR), важководний реактор (PHWR), газо-графітовий реактор (GCR), водо-графітовий реактор (LWGR/РБМК) та ядерний реактор на швидких нейтронах (FBR).

На вітчизняних АЕС найширшого застосування набули водо-водяні енергетичні реактори (ВВЕР), в яких як теплоносієм, так і сповільнювачем є легка вода, і реактори великої потужності канальні (РВПК), де теплоносієм служить легка вода, а сповільнювачем – графіт.

В Україні ядерну галузь представляє державне підприємство «НАЕК Енергоатом». На АЕС України експлуатуються 15 енергоблоків: 13 з реакторами типу ВВЕР-1000 і 2 з ВВЕР-440. Із 15 енергоблоків 10 відпрацювали понад 30 років та отримали ліцензії на експлуатацію в понадпроектний строк, на 2 енергоблоках у 2020 р. закінчується 30-річний строк експлуатації, і нині виконуються роботи з обґрунтування безпечної експлуатації в понадпроектний строк.

Носовський А. В. [3] вважає, що, враховуючи наявні у світі в цілому та в Україні зокрема тенденції

на ринку постачання електроенергії, одним із шляхів є оновлення парку наявних в Україні енергоблоків з ВВЕР на перспективні, більш економічні та безпечні проекти реакторних установок нового покоління. Для обґрунтування вибору типу реакторної установки необхідно розробити наукові та техніко-економічні основи оптимального вибору перспективних ядерних установок. Оптимізація вибору має виконуватися за різними показниками, серед яких:

- ✦ безпека різних етапів життєвого циклу АЕС, включаючи будівництво, експлуатацію, зняття з експлуатації, поводження з відходами ядерного палива (ВЯП) і радіоактивними відходами (РАВ);
- ✦ техніко-економічні показники, включаючи витрати на проектування, будівництво, ліцензійні та експлуатаційні витрати, паливну складову, витрати на поводження з ВЯП і РАВ;
- ✦ характеристики насосного, паротурбінного та генераторного обладнання;
- ✦ вимоги до конструкційних та інших матеріалів, включаючи технологічні матеріали, будівельні конструкції та ін.

Ключовими напрямами стратегічного планування, що визначають основну відмінність можливих сценаріїв розвитку ядерно-енергетичного комплексу (ЯЕК) на період до 2030 р. і подальшу перспективу, є продовження терміну експлуатації діючих АЕС і перспективне будівництво в АЕ. Розвиток атомної генерації в Україні на період до 2030 р. передбачає:

- ✦ підвищення безпеки діючих АЕС;
- ✦ підвищення надійності та ефективності експлуатації діючих АЕС;
- ✦ продовження експлуатації АЕС у понадпроектний термін;
- ✦ спорудження та введення в експлуатацію в період до 2030 р. нових ядерних енергоблоків мінімальною сукупною потужністю (може бути збільшена залежно від проекту): 2 ГВт – за песимістичним сценарієм; 5 ГВт – за БС; 7 ГВт – за оптимістичним сценарієм [4].

Відповідно до ухваленого енергетичного балансу України на 2020 р. передбачалось скорочення частки атомної генерації та збільшення теплової. Завдяки такому рішенню три енергоблоки АЕС потужністю кожен по 1000 МВт було виведено в резерв, та ще на семи енергоблоках обмежено виробництво електроенергії. Обмеження виробництва електричної енергії на АЕС є недостатньо обґрунтованим заходом, який, безумовно, негативно вплине на енергетичну безпеку країни.

Зупинка енергоблоків атомних станцій означає, що вони замість виробництва енергії починають її споживати, при цьому потребують постійного чергування й обслуговування обладнання, функціонування систем безпеки. Це дуже великі витрати, яких

мусить зазнавати НАЕК «Енергоатом». Ця проблема потребує негайного розв'язання на законодавчому та виконавчому рівнях для забезпечення техніко-економічного балансу між різними типами генерування на ринку електроенергії [5].

Друге місце по виробництву електроенергії в Україні належить ТЕС, які виробляють майже 30% електроенергії від загального обсягу. В Україні встановлена потужність теплових електростанцій (ТЕС) і теплоелектроцентралей (ТЕЦ) становить біля 62% від загальної потужності, при цьому виробництво електроенергії складає близько 40%.

Як зазначають Дубровський В. В. і Шрайбер О. А. [6], вугільні ТЕС України вже виробили свій розрахунковий ресурс і мають вкрай низький коефіцієнт використання встановленої потужності. Через відсутність інвестицій у докорінну реконструкцію фізично та морально зношеного енергообладнання на ТЕС в основному обмежуються впровадженням недорогих технологій. Після 1990 р. не введено нових потужностей, а реконструкція проводиться вкрай повільно та в незначних масштабах.

Крім того, вугільні електростанції в Україні використовують в маневрових режимах, для покриття пікових навантажень, що призводить до прискореного зносу обладнання та зниження ефективності виробництва.

**З**аданими незалежного фінансового аналітичного центру Carbon Tracker, який досліджує ринок теплової електроенергетики, тепла генерація України – найдорожча у світі, а робота вітчизняних ТЕС – найбільш витратна та найменш ефективна. Ціна електроенергії, виробленої на вугільних ТЕС України, на 40% вища, ніж в Європі [7].

З урахуванням екологічних директив ЄС щодо викидів забруднюючих речовин вугільна енергетика України потребує значних змін. Вимушене встановлення на українських ТЕС високоефективних очисних споруд призведе до значного підвищення вартості виробленої електроенергії. Собівартість такого оновлення ТЕС становитиме, за оцінками фахівців, близько 1,2–1,3 млрд дол. на 1 ГВт потужності. При цьому 1 ГВт нових потужностей коштує максимум 1,5 млрд, тобто, доцільніше будувати нові теплоелектростанції. Повна ж реконструкція фізично та морально зношених українських ТЕС, за підрахунками експертів, обійдеться у 30 млрд дол. США [7].

Країни – учасники кліматичної Угоди взяли напромак на декарбонізацію енергетики, яка передбачає поступову відмову від використання викопного палива і перехід на використання поновлюваних джерел енергії та, відповідно, збільшення їх частки в загальній структурі генерації електроенергії [8].

Останніми роками відбулося зменшення цін на технології та збільшилася конкурентоспроможність продукції, а тарифна ставка оплати виробленої

електроенергії з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) залишилась майже без змін, внаслідок чого компанії, що виробляють електроенергію з ВДЕ в Україні, отримують надприбутки. Водночас у загальній структурі виробленої електроенергії на ВДЕ припадає незначна частка (табл. 3).

Станом на жовтень 2019 р. у її склад було введено майже 4000 МВт потужностей СЕС і приблизно 750 МВт потужностей ВЕС. У структурі виробництва електроенергії в першому півріччі 2020 р. частка ВДЕ зросла та склала 7%, що у 2,3 рази більше порівняно з 2019 р. Додаткових швидкодіючих потужностей, призначених для стабілізації режимів функціонування ОЕС України при використанні в її складі великих потужностей ВЕС і СЕС, з моменту підписання Закону «Про альтернативні джерела енергії» [9] від 20.02.2003 р. № 555-IV не вводилося.

Буратинський І. М. [8] аналізує застосування систем акумулювання електроенергії в енергосистемах з великим обсягом відновлювальних джерел. Автор акцентує увагу на тому, що процес введення у структуру генеруючих потужностей на основі ВДЕ досить довго розвивався практично без урахування двох надзвичайно важливих факторів, а саме: 1) вітрова енергетична станція (ВЕС) та сонячна енергетична станція (СЕС) є джерелами із нульовою гарантованою потужністю; 2) ВЕС і СЕС за своєю технологічною природою не можуть забезпечувати нормовану стабільність частоти та потужності електроенергії, яку вони постачають у енергосистему. При цьому відносні обсяги потужностей ВЕС і СЕС у початковий період їх використання в енергосистемах були, по-перше, незначними, а, по-друге, необхідні обсяги регулюючих потужностей вимушено залучались із резервів первинного, вторинного та третинного регулювання. Тобто, для забезпечення стабільної роботи ВЕС і СЕС у складі об'єднаних енергосистем залучались швидкодіючі резервні потужності, призначені для зовсім інших цілей. Такий підхід не створював проблем в енергосистемах до тих пір, доки потужність ВЕС і СЕС була незначною. З часом, коли їх потужність завдяки законам про «зелені тарифи» у багатьох країнах значно зросла, почалися тяжкі системні аварії аж до локаутів (Південна Австралія, 2017 р.). При цьому в усьому світі бурхливе впровадження ВЕС і СЕС в об'єднаних енергосистемах (ОЕС) провадиться без належного наукового супроводу, методом спроб і помилок.

**О**тже, відновлювана енергетика на сьогоднішній день має певні недоліки, які слід враховувати при виборі того чи іншого сценарію розвитку енергетичного ринку України. Основні з них – проблема підключення ВДЕ до мереж і низька ефективність.

Якщо проаналізувати тарифи на електроенергію, то одна з найнижчих цін на електроенергію (14 цент/кВт·год) у Франції, де частка ядерної гене-

## Загальне споживання поновлюваних джерел енергії протягом 2007–2018 рр.

Рік	Загальне постачання первинної енергії, тис. т н. е.*	Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел		Енергія біопалива та відходи		Вітрова та сонячна енергія	
		тис. т н. е.	% до підсумку	тис. т н. е.	% до підсумку	тис. т н. е.	% до підсумку
2007	139330	2384	1,7	1508	1,1	4	0,0
2008	134562	2604	1,9	1610	1,2	4	0,0
2009	114420	2463	2,2	1433	1,3	4	0,0
2010	132308	2611	2	1476	1,1	4	0,0
2011	126438	2514	2	1563	1,2	10	0,0
2012	122488	2476	2	1522	1,2	53	0,0
2013	115940	3166	2,7	1775	2,6	104	0,1
2014	105680	2797	2,6	1934	2,8	134	0,1
2015	90090	2700	3	2102	2,3	134	0,1
2016	94383	3616	3,8	2832	3,0	124	0,1
2017	89412	3907	4,4	2989	3,3	149	0,2
2018	93165	4289	4,6	3195	3,4	197	0,2

Примітка: \* – т н. е. – тонна нафтового еквівалента.

Джерело: складено за даними [1].

рації складає 78% [4]. Найдорожча на сьогоднішній день електроенергія в Данії, де частка ВДЕ становить близько 40%, а вартість електроенергії – 29 цент/кВт·год. При цьому тариф для населення в три рази вищий, ніж тариф для промисловості. У Німеччині, де частка ВДЕ в енергогенерації становить 25%, ціна електроенергії сьогодні складає 25 цент/кВт·год. У країні багато енергоємних промислових гігантів, тому щоб замінити 16% ядерної генерації на ВДЕ, буде потрібно близько 150 млрд євро [8]. У Німеччині по «зеленому тарифу» компенсацію покладено на населення, і тариф для населення вдвічі більший, ніж для промисловості. В Україні ситуація протилежна: виробництво ВДЕ належить великим компаніям, а компенсацію по тарифах покладено на промисловість та НАЕК «Енергоатом».

**В** Україні протягом багатьох років державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг здійснювалося Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), і тариф для ТЕС був більше, ніж для АЕС, приблизно втричі [5]. Тариф же для СЕС регулюється окремим законом на рівні 15 євроцентів за кВт·год, що сьогодні становить майже 5 грн/кВт·год, а це майже в 6 разів більше, ніж для АЕС. Як засвідчує загальносвітова практика, різниця між тарифами ТЕС і АЕС не перевищує 30%.

Водночас перспектива об'єднання енергосистеми України з Європейською мережею системних операторів передачі електроенергії обумовила при-

няття Закону України «Про ринок електричної енергії» [10] від 13.04.2017 р., у рамках якого: створюється конкуренція, відміняється фіксована ставка на продаж електроенергії та вводяться аукціони з продажу електричної енергії. Але в рамках існуючої на сьогодні моделі публічних спеціальних обов'язків (ПСО) компанія НАЕК «Енергоатом» повинна продавати 50% власної електроенергії ДП «Гарантований покупець» за ціною 1–15 копійок за кВт·год. Таким чином, за рахунок «Енергоатома» держава стримує ціни на електроенергію для населення. Якщо такі умови буде подовжено на 2021 р., то, на думку компанії [11], продовження ПСО такого формату у 2021 р. спричинить фінансовий дефіцит у 18–23 мільярдів гривень та збільшить борг «Енергоатома» перед підрядниками до 25 мільярдів.

Отже, ситуація з регулюванням тарифів на електроенергію призводить до значних збитків у роботі НАЕК «Енергоатом». Так, лише за 1 квартал 2020 р. вони становили 1,57 млрд грн, а ці кошти мали піти на проведення планових і поточних ремонтних робіт, виконання робіт із подовження безпечної експлуатації в понадпроектний строк.

## ВИСНОВКИ

Отже, аналіз основних складових енергетичного комплексу свідчить про кризову ситуацію, що склалася в атомній та тепловій енергетиці. Часткове виведення атомних реакторів з експлуатації призводить до додаткових витрат на їх утримання, існуюча тарифна політика спричинює значні збитки, що ставить під загрозу роботу компанії НАЕК «Енергоатом».

Для сталого розвитку енергетичного ринку та стабільної й збалансованої роботи енергосистеми необхідно, перш за все, визначити, за рахунок яких потужностей при інтенсивному впровадженні ВДЕ відбуватиметься маневрування. Збільшення виробництва електроенергії за рахунок ВДЕ потребує розробки достатніх маневрових потужностей для підключення на пікове споживання та для балансування добових графіків виробництва/споживання електроенергії. Поточна ситуація свідчить про те, що потужностей ГЕС і ГАЕС не вистачає, для цього використовуються вугільні ТЕС, але такий позаштатний режим роботи призводить до подальшого зношення обладнання та до збільшення аварійних ситуацій. Як альтернатива може розглядатися впровадження нових енергоблоків на АЕС, які здатні працювати в режимах змінного навантаження та брати участь у вторинному регулюванні потужності енергосистеми, а також повна модернізація ТЕС. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Енергетика України / Державна служба статистики України. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/energ.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm)
2. World Statistics. Operational & Long-Term Shutdown Reactors. URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>
3. Носовський А. В. Щодо перспектив будівництва нових атомних електричних станцій. *Ядерна енергетика та докілья*. 2019. № 3. С. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.19.3.1>
4. Азаров С. І., Сидоренко В. Л., Задунай О. С. Огляд стану світової атомної енергетики. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. № 1. С. 24–30. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2019.01.024>
5. Носовський А. В. Деякі проблемні питання в ядерній енергетичній галузі України. *Ядерна енергетика та докілья*. 2020. № 3. С. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.20.3.1>
6. Дубровський В. В., Шрайбер О. А. Світові тенденції розвитку вугільної теплової генерації та їх вплив на енергетику України. *Проблеми загальної енергетики*. 2020. № 2. С. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.011>
7. Обух В. 30 млрд доларів: щоб українські ТЕС були такі, як європейські. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2593914-30-mlrddolariv-sob-ukrainski-tes-buli-taki-ak-evropejski.html>
8. Буратинський І. М. Аналіз застосування систем акумуляції електроенергії в енергосистемах з великим обсягом відновлювальних джерел енергії. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. № 4. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.063>
9. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 р. № 555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
10. Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 р. № 2019-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>
11. «Енергоатом» відреагував на можливе зобов'язання продавати дешеву електроенергію «ГарПоку» у 2021 році // Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/12/15/669186/>

#### REFERENCES

- Azarov, S. I., Sydorenko, V. L., and Zadunai, O. S. "Ohiad stanu svitovoi atomnoi enerhetyky" [Overview of the State of the World Nuclear Power Engineering]. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, no. 1 (2019): 24-30. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2019.01.024>
- Buratsynskiy, I. M. "Analiz zastosuvannia system akumulivannia elektroenerhii v enerhosystemakh z velykym obsiahom vidnovliuvalnykh dzherel enerhii" [Analysis of the Use of Electric Energy Storage Systems in Power Systems with a Large Volume of Renewable Energy Sources]. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, no. 4 (2019): 63-70. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.063>
- Dubrovskiy, V. V., and Shraiber, O. A. "Svitovi tendentsii rozvytku vuhilnoi teplovoi heneratsii ta yikh vplyv na enerhetyku Ukrainy" [World Trends in the Development of Coal-Fired Thermal Generation and their Influence on the Energy of Ukraine]. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, no. 2 (2020): 11-16. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.011>
- "«Enerhoatom» vidreahuvav na mozhylyve zoboviazannia prodavaty deshevu elektroenerhiiu «HarPoku» u 2021 rotsi" [Energoatom Has Responded to a Possible Commitment to Sell Cheap Electricity to GarPok in 2021]. *Ekonomichna pravda*. <https://www.epravda.com.ua/news/2020/12/15/669186/>
- "Enerhetyka Ukrainy" [Energy of Ukraine]. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy*. [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/energ.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm) [Legal Act of Ukraine] (2003). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> [Legal Act of Ukraine] (2017). <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>
- Nosovskiy, A. V. "Deiaki problemni pytannia v yadernii enerhetychnii haluzi Ukrainy" [Some Issues in the Nuclear Energy Sector of Ukraine]. *Yaderna enerhetyka ta dovkillia*, no. 3 (2020): 5-9. DOI: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.20.3.1>
- Nosovskiy, A. V. "Shchodo perspektiv budivnytstva novykh atomnykh elektrychnykh stantsii" [On the Prospects for the Construction of New Nuclear Power Plants]. *Yaderna enerhetyka ta dovkillia*, no. 3 (2019): 3-14. DOI: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.19.3.1>
- Obukh, V. "30 mlrd dolariv: shchob ukrainski TES buli taki, yak yevropeyski" [30 Billion: To Make Ukrainian TPPs Like European Ones]. <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2593914-30-mlrddolariv-sob-ukrainski-tes-buli-taki-ak-evropejski.html>
- "World Statistics. Operational & Long-Term Shutdown Reactors". <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>