



## ХАЛАТОВ

**Артем Артемович** – академік НАН України, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу високотемпературної термогазодинаміки Інституту технічної теплофізики НАН України

## ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ: ЧИ Є ЗАПАС МІЦНОСТІ?

*У статті наведено аналіз сучасного стану енергетичної безпеки України, яка визначається кількома показниками, кожен з яких має індивідуальне граничне значення. Сьогодні значна частина цих показників перебуває на межі між небезпечним і критичним станами.*

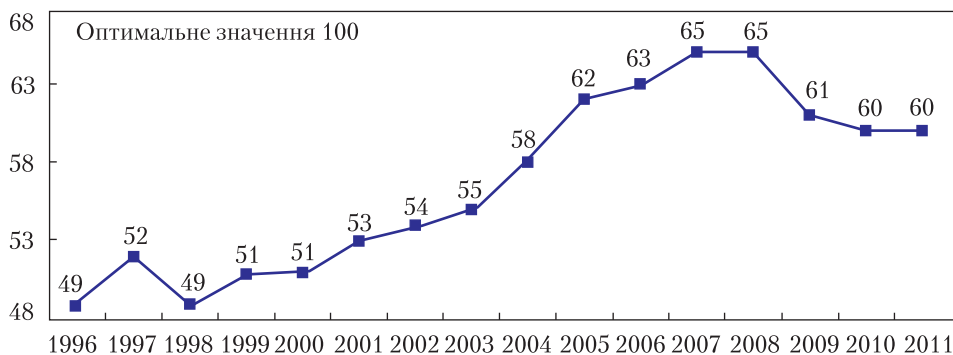
**Ключові слова:** енергетична безпека, паливна база, теплова і атомна енергетика, газотранспортна система, енергоефективність, енергозбереження.

Енергетична безпека є однією з найважливіших складових економічної безпеки країни. Вона характеризує здатність державної системи в стабільних і нестабільних умовах забезпечувати населення, промисловість і сільське господарство енергоносіями, тепловою та електричною енергією в тих обсягах і такій якості, які необхідні для стійкого і надійного функціонування.

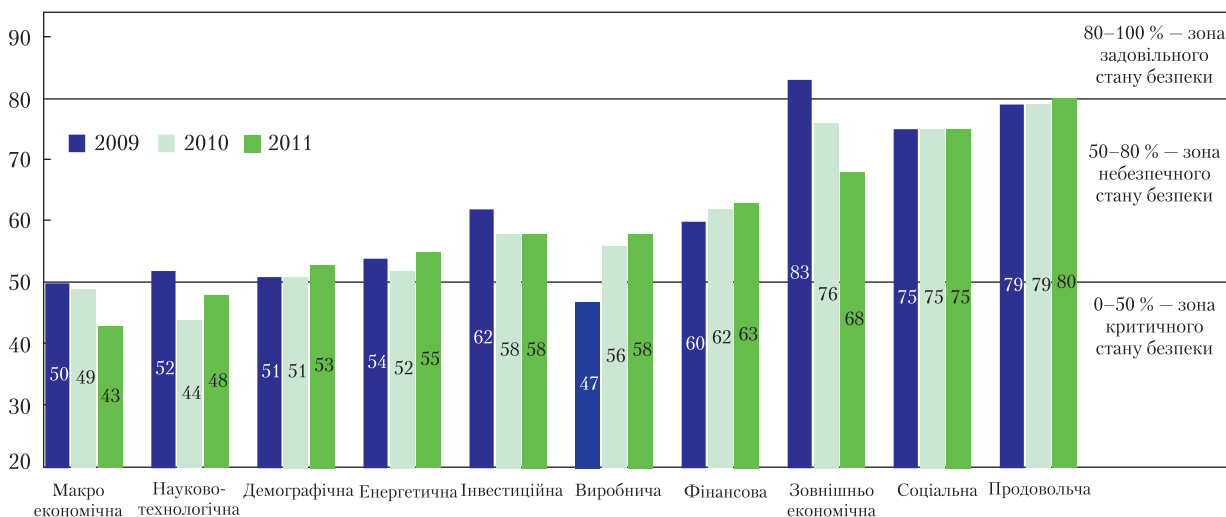
З 1996 по 2009 р. економіка України зростала, інтегральний показник економічної безпеки збільшився з 49% до 65%, але потім, з ряду причин, у 2011 р. він знизився до 60% (рис. 1). У період 2011–2013 рр. (до початку бойових дій на сході України) 7 з 10 показників економічної безпеки перебували в небезпечній зоні (50–80%) і тільки один із них відповідав задовільному стану (рис. 2). Науково-технологічний показник, який відображує інноваційні процеси в економіці країни, становив лише 48%, що відповідає зоні критичного стану економічної безпеки.

### Енергетична безпека

Оцінка енергетичної безпеки країни є складною науково-технічною проблемою, і поки що немає уніфікованої методики оцінки її стану. У методиці Організації Об'єднаних Націй і Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) для оцінки енергетичної безпеки використовуються 14 показників (індикаторів), Світовий банк застосовує 39 індикаторів, у Молдові з урахуванням особливостей її енергетики сформова-



**Рис. 1.** Динаміка інтегрального показника економічної безпеки України за період 1996–2011 рр., % [1]



**Рис. 2.** Розподіл складових економічної безпеки України по зонах стану безпеки у 2009–2011 рр. [1]

**Індикатори енергетичної безпеки в 2011 р. [1]**

Найменування показника	Граничне значення	Значення індикатора
Енергомісткість ВВП, кг у.п. / грн	0,2–0,5	0,633
Ступінь забезпеченості країни паливно-енергетичними ресурсами (ПЕР), %	100	100
Частка власних джерел у балансі ПЕР країни, %	50	64,3
Частка домінуючого паливного ресурсу в ПЕР країни, %	30	41,5
Зношеність основних фондів підприємств ПЕК, %	50	62,2
Частка інвестицій у підприємства ПЕК відносно ВВП країни, %	3–4	1,6
Транзит природного газу, млрд м <sup>3</sup>	175	104,2
Транзит нафти, млн т	56–65	17,8
Обсяг видобутку вугілля, млн т	70–100	61,8
Частка імпорту палива з однієї країни в загальному обсязі, %	30	68,9

но систему з 24 показників, а в Узбекистані використовують тільки 4 показники [1].

Методика оцінки енергетичної безпеки Міністерства економіки України (2007) включає 10 показників-індикаторів [1], які порівнюються зі встановленими для них «граничними» значеннями (див. табл.).

Як можна бачити, в 2011 р. 7 з 10 показників не відповідали задовільному стану енергетичної безпеки країни. Особливо важливим критерієм енергетичної безпеки є умова постачання енергоносіїв з 3–4 незалежних джерел; у 2011 р. частка імпорту палива з однієї країни була надто велика і становила 68,9%.

Розрахунок за методикою Міністерства економіки України свідчить, що найвищого рівня енергетичної безпеки (65%) в Україні було досягнуто в 2008 р. (рис. 3), тобто в період максимуму економічної безпеки (рис. 1). Надалі, у період до 2011 р., спостерігалось зниження енергетичної безпеки до 55%.

Сьогодні методика Міністерства економіки України (2007) вже не відображує тих серйозних змін, які відбулися в останні роки в економіці, політичному житті і чисельності населення України. Нижче проаналізовано основні показники енергетичної безпеки України на сьогодні.

## Паливна база енергетики

Основним енергоносієм для теплових електростанцій України є вугілля. Підтверджені запаси вугілля в Україні становлять близько 56 млрд т, з яких 93% припадає на Донецький басейн (6-те місце у світі), де чільне місце належить антрациту (вугілля марки А). Теплової станції України використовують вугілля різних марок, проте половина енергоблоків (7 з 14) сумарною встановленою потужністю близько 11 ГВт використовують тільки вугілля марки А (антрацит) і Т (пісне вугілля).

Ще в 2010 р. власна забезпеченість енергетики вугіллям була на рівні 90%. Воєнні дії на сході країни, які почалися в 2014 р., призвели до істотних змін у структурі вугледобувної промисловості України. Якщо в 2011 р. в Україні видобували близько 62 млн т вугілля, то в 2015 р. — всього близько 40 млн т. У цій ситуації необхідним був імпорту енергетичного вугілля: в 2015 р. поставки з Луганської та Донецької областей становили 6,8 млн т, а в 2016 р. — 9,2 млн т вугілля. З початку 2017 р. і до середини березня 2017 р. Україна отримала з Луганської і Донецької областей 1,7 млн т вугілля антрацитної групи (з ПАР — тільки 39 тис. т). Зазначимо, що приблизно така сама кількість антрациту (1,7 млн т) надійшла з

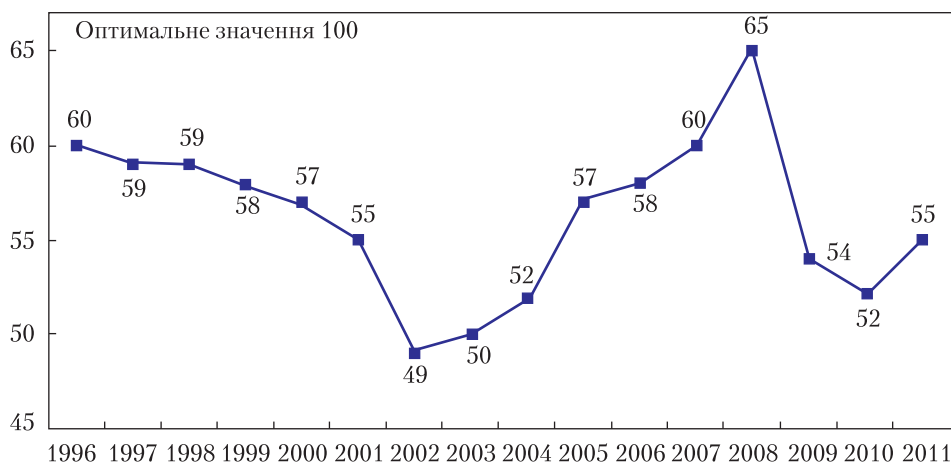


Рис. 3. Динаміка показника енергетичної безпеки України за період 1996–2011 рр., % [1]

ПАР за три роки, з 2014 до 2017 р. Прогнози свідчать, що в 2017 р. потреби вугілля для ТЕС і ТЕЦ України становитимуть 26,5 млн т (імпорт — 5,6 млн т).

У 2011 р. Україна використовувала 59,3 млрд м<sup>3</sup> природного газу на рік, а власний видобуток становив 14,5 млрд м<sup>3</sup>. Анексія Криму призвела до втрати приблизно 2,0 млрд м<sup>3</sup> газу щороку. У 2016 р. власний видобуток газу в Україні становив 18 млрд м<sup>3</sup>, а його споживання знизилося до 33–34 млрд м<sup>3</sup> і стабілізувалося на цьому рівні. У 2015 р. близько 16 млрд м<sup>3</sup> газу надходило з Росії і Європи, а в 2016 р. природний газ до України надходив тільки з Європи за реверсною схемою (11,1 млрд м<sup>3</sup>). У 2015 р. у зв'язку зі зростанням цін і рядом обмежень споживання газу населенням зменшилося на 25%, а промисловістю — на 22%. Слід підкреслити, що власний видобуток газу при цьому практично не змінився внаслідок недостатнього фінансування робіт з розвідки і освоєння нових родовищ.

У 2016 р. в Україні видобуто 1,61 млн т нафти, що на 11% менше, ніж у 2015 р. Сьогодні через нестачу нафти в Україні працює (але дуже нестабільно) лише один Кременчуцький нафтопереробний завод. У 2011 р. транзит нафти територією України до Європи становив близько 17,8 млн т, а в 2016 р. знизився до 13,8 млн т. Частка транзитного обсягу в загальному транспортуванні нафти в 2016 р. становила 90,8%.

*Сьогодні такі важливі індикатори, як рівень власного видобутку енергоносіїв, частка власних джерел в енергетичному балансі країни, обсяг транспортування енергоносіїв до Європи та деякі інші показники не відповідають європейському рівню енергетичної безпеки.*

## **Виробництво і споживання електроенергії**

Основу електроенергетики України становлять теплові (ТЕС), атомні (АЕС), гідро- (ГЕС) і гідроаккумуляційні (ГАЕС) електростанції. Їх сумарна встановлена потужність — близько 54 ГВт. У період до 2013 р. виробництво елек-

троенергії в Україні практично стабілізувалося і в 2013 р. становило 194 млрд кВт·год, тобто трохи більше, ніж 3500 кВт·год на душу населення (56-те місце у світі). У 2014 р. через події на сході країни виробництво електроенергії впало до 182 млрд кВт·год, у 2015 р. воно ще знизилося до 157,3 млрд кВт·год, а в 2016 р. становило 157,7 млрд кВт·год. Проте у зв'язку зі зменшенням чисельності населення України до 42,5 млн річне виробництво електроенергії на душу населення в 2017 р. збільшилося до 3700 кВт·год.

На теплових електростанціях України в 2013 р. було вироблено 49% електроенергії, а на атомних — 42,9%. У 2015–2016 рр. сумарна частка теплової енергетики в загальному обсязі виробництва електроенергії становила 35,2% і 36,5% відповідно. Атомна енергетика в 2015–2016 рр. працювала у форсованому режимі і виробила 55,6% і 52,3% всієї спожитої електроенергії відповідно. З 2005 р. в Україні спостерігається стійке зростання споживання електроенергії населенням. У 2013 р. воно становило 28,1% від загальної кількості електроенергії, виробленої в країні, а витрати комунально-побутових споживачів — 12,6%. У 2015 р. споживання електроенергії населенням зросло до 30,6%, промисловість і комунально-побутові споживачі використовували 42,4% і 12,8% відповідно. Починаючи з 2011 р. споживання електроенергії населенням стало більшим, ніж у будь-якій іншій галузі промисловості України, зокрема в металургії.

*Однією з головних проблем енергетики України є зношеність основних фондів виробництва, транспортування і розподілу електроенергії, яка перевищує 60% (у тепловій енергетиці — 85%). Нестача технічно задіяних потужностей становить 3–5 ГВт. Втрати при транспортуванні електроенергії сягають 12%, що істотно вище за європейські норми (6%).*

## **Теплова енергетика**

Теплова енергетика України (блоки 150, 200 і 300 МВт) була створена в 60–70-х роках ХХ ст. і сьогодні майже 85% її встановлених

потужностей перетнули межу фізичного зносу (200 тис. годин) [2, 3]. Середньорічний коефіцієнт використання встановленої потужності ТЕС України в 2013 р. становив 31 % (світовий показник — 40 %, в США — понад 60 %).

На сьогодні 26 блоків сумарною потужністю 6,7 ГВт експлуатуються вже 200–250 тис. годин (за межами фізичного зносу), 43 блоки сумарною потужністю 10,4 ГВт — 250–300 тис. годин, а 11 блоків потужністю 150 і 200 МВт (2 ГВт) вже перевищили позамежний термін експлуатації (300 тис. годин). Значно зросла кількість аварійних зупинок блоків (майже щодня), середній електричний ККД ТЕС України знизився до 29–31 %, тоді як за кордоном найкращі енергоблоки докритичного тиску мають ККД 40 %, а ККД блоків надкритичного тиску перевищує 50 %. Хоча встановлена потужність теплової енергетики України — близько 30 ГВт, фактична потужність у 2015 р. становила лише 21,8 ГВт, що спричинено аваріями, простоями і ремонтними роботами, а також консервацією застарілого устаткування.

До 2020 р. в Україні не планується будівництво нових енергоблоків, а тільки реконструкція з подовженням термінів їх експлуатації на 15–20 років. Це знижує фінансові витрати на підтримку теплової енергетики в працездатному стані (400–600 дол. США на 1 кВт встановленої потужності), але не сприяє її докорінній модернізації. До 2024 р. внаслідок необхідності виведення з експлуатації морально і фізично застарілого устаткування встановлена потужність ТЕС може знизитися до 14 ГВт, до 2028 р. — до 12 ГВт і до 2033 р. — до 7,7 ГВт. До 2028 р. дефіцит потужностей теплової енергетики України може становити близько 7 ГВт.

Питомі витрати умовного палива на ТЕС України великі, у разі роботи ТЕС на антрациті перевищують 400 г умовного палива (у.п.) на виробництво 1 кВт·год електроенергії (в середньому по Україні близько 380 г у.п.).

Що стосується екології, то ТЕС України не відповідають європейським нормам. Показники викидів забруднювальних речовин теплових електростанцій становлять 400–3200 мг/нм<sup>3</sup> твердих частинок, 600–9000 мг/

нм<sup>3</sup> діоксиду сірки і 400–1600 мг/нм<sup>3</sup> оксидів азоту. На теплову енергетику України припадає понад 50 % викидів оксидів азоту, більш як 60 % викидів оксидів сірки і 30 % твердих частинок, викиди діоксиду вуглецю становлять понад 5,5 т на 1 людину за рік [4]. Українські ТЕС не мають установок для сіркоочищення димових газів, проте останнім часом завдяки підтримці іноземних інвесторів вживаються заходи щодо обмеження викидів оксидів сірки в атмосферу.

Енергетика України працює в умовах нерівномірного графіка навантажень. «Нічний провал» у 2012–2013 рр. становив близько 7 ГВт, щоправда, в 2015–2016 рр. він дещо знизився. За відсутності достатнього обсягу маневрових потужностей теплової енергетики України продовжує працювати в умовах змінного навантаження, що негативно позначається на експлуатаційній надійності енергетичного устаткування і призводить до швидшого зносу обладнання.

Після 2014 р. в зоні Луганської і Донецької областей України залишилися 4 ТЕС загальною встановленою потужністю близько 5 ГВт, що становить 26,5 % технічно задіяної потужності ТЕС України. Зберігається проблема, пов'язана з постачанням вугілля антрацитної групи (як зазначено вище, електростанцій на такому вугіллі в Україні 50 %, сумарною встановленою потужністю близько 11 ГВт). У зв'язку з нестачею антрациту та необхідністю його економії Трипільська і Придніпровська ТЕС припинили роботу в березні 2017 р., а Криворізька і Зміївська ТЕС — у квітні 2017 р.

Перехід теплових електростанцій на використання вугілля марки Г (газове) принципово можливий, але пов'язаний з великими фінансовими витратами. Середня вартість переведення одного блоку ТЕС потужністю 200–300 МВт на вугілля марки Г оцінюється у близько 10 млн дол. США і на це знадобиться майже 2 роки.

На жаль, ПАР, Австралія і Польща не в змозі в повному обсязі компенсувати нестачу вугілля антрацитної групи. За даними Міністерства енергетики і вугільної промисловості України,



за період 2014 — початок 2017 р. Україна закупила в ПАР 1,75 млн т вугілля антрацитної групи, за цей самий період з Донецького регіону надійшло 17,7 млн т. Доставка 1 тонни антрацитового вугілля з ПАР коштує Україні 110–120 дол. США (термін доставки — 2 місяці), тоді як вартість поставок з Донецького регіону становила 63–65 дол. США. Висока вартість імпортного вугілля призводить до зростання тарифів на електроенергію для населення і промисловості.

*Теплова енергетика України перебуває в критичному стані, у найближчі 8–10 років слід чекати істотного зниження її потужності. Переважна більшість блоків (85%) виробили межу фізичного зносу (200 тис. годин) і сьогодні характеризуються низьким ККД, високими питомими витратами палива на виробництво одиниці електричної енергії, значним рівнем викидів шкідливих продуктів у навколишнє середовище. Великі проблеми виникли із забезпеченням ТЕС України вугіллям антрацитної групи, поставки якого з ПАР та інших країн не можуть компенсувати нестачу. Частка інвестицій у підприємства теплової енергетики країни не сприяє її глибокій модернізації.*

### Атомна енергетика

Встановлена потужність атомної енергетики України — 13,8 ГВт [2, 3]. Сьогодні в країні експлуатуються 4 АЕС (15 енергоблоків), зокрема найбільша в Європі Запорізька АЕС встановленою потужністю 6 ГВт. У 2014–2016 рр. атомна енергетика України працювала у форсованому режимі. Її технічно задіяна потужність становила 10,35 ГВт, а коефіцієнт використання встановленої потужності зріс до 70% (у США — 90%). У 2013 р. на атомних станціях було вироблено 42,9% всієї електроенергії, а в 2015 і 2016 рр. — 55,6% та 52,3% відповідно. Ядерне паливо для АЕС раніше практично повністю імпортувалося з Росії, однак зараз вживаються заходи щодо організації альтернативних поставок.

Атомні блоки України близькі до завершення проектного терміну експлуатації (30 років)

і в найближчі 10 років для 4 блоків він закінчиться. До 2025 р. з експлуатації може бути виведено 2 блоки Південно-Української і 2 блоки Рівненської АЕС, що знизить загальну потужність АЕС України на 20%. До 2030 р. постане необхідність виведення з експлуатації ще 5 блоків Запорізької, Південно-Української і Хмельницької АЕС. Згідно з європейськими даними, вартість виведення з експлуатації одного атомного блока становить 700 млн дол. США, а з урахуванням усіх витрат на захоронення відходів і вирішення соціально-економічних проблем вона зростає в 1,5–2 рази. Розрахунки Інституту загальної енергетики НАН України свідчать, що для України вартість виведення з експлуатації одного блока ВВЕР-1000 становить 280 млн дол. США, а блока ВВЕР-440 — 208 млн дол. США.

Подовження терміну експлуатації блоків АЕС на 15–20 років (у США вони працюють до 60 років) крім іншого потребує серйозного науково-технічного обґрунтування і досить великих інвестицій. Зокрема, подовження терміну експлуатації одного блока АЕС оцінюється на рівні 100 млн дол. США, а спорудження нового блока потужністю 1000 МВт — від 3 до 5 млрд дол. США.

Вартість захоронення радіоактивних відходів АЕС також є досить великою. У квітні 2017 р. Кабінет Міністрів України опублікував проект будівництва комплексу з перероблення радіоактивних відходів Хмельницької АЕС вартістю більш як 1 млрд дол. США, який планується ввести в експлуатацію наприкінці 2018 р.

*Атомна енергетика України забезпечує сьогодні понад 50% виробництва електроенергії. Важливою проблемою атомної енергетики є подовження ще на 10–15 років безпечної роботи ядерних реакторів, розроблення програми будівництва нових реакторів і комплексу сховищ для захоронення радіоактивних відходів. Україна залежить від поставок ядерного палива з Росії, проте будівництво власного заводу з виробництва ядерного палива затримується через відсутність необхідного фінансування.*

## Гідроенергетика

Встановлена потужність ГЕС та ГАЕС України — близько 5,5 ГВт [2, 3]. Однією з великих ГЕС є Дніпровська (1,57 ГВт), а найбільшою ГАЕС — Ташлицька (0,9 ГВт). Особливістю їх роботи є висока маневреність, регульовальний коефіцієнт становить 100%, тоді як для ТЕС він дорівнює 20–30%, а для АЕС — 10–15%. Тому ГЕС і ГАЕС широко використовують для регулювання графіка навантаження електричної мережі. Особливо важлива наявність маневрових потужностей для сталої роботи атомної енергетики, яка працює переважно в базовому режимі.

Сьогодні маневрові потужності енергосистеми України становлять лише 9% від встановленої потужності, тоді як мінімально необхідний рівень у Європі — 20%. Агрегати ГЕС і ГАЕС забезпечують покриття «пікової» частини добового графіка навантаження тільки на 40–50%, решта забезпечується роботою ТЕС у маневровому режимі — з розвантаженням у нічний час (на 4–6 годин) 12–15 блоків взимку і 7–8 блоків влітку.

Енергосистема України потребує близько 15 ГВт маневрових потужностей, тому нещодавно Уряд України прийняв Програму розвитку гідроенергетики на період до 2026 р. У найближчій перспективі планується добудувати Дністровську і Ташлицьку ГАЕС і побудувати Канівську ГАЕС; проте дефіцит «пікової» потужності в Україні може зберегтися до кінця 2030 р. На відміну від Європи, Україна не використовує для покриття маневрових потужностей енергетичні газові турбіни, які мають високий коефіцієнт маневреності (100%) і високий ККД, характеризуються експлуатаційною надійністю, швидким набором потужності. Використання природного газу як палива не є обмежувальним чинником завдяки високій економічній ефективності газових турбін.

*Важливе завдання гідроенергетики України — вирівнювання добового графіка навантажень енергосистеми. Сьогодні потужності гідроенергетики недостатньо для сталої роботи енергетики країни і насамперед атомної*

*енергетики. Незважаючи на плани розвитку гідроенергетики України, нестача маневрових потужностей збережеться до 2030 р., тому необхідні додаткові джерела маневрових потужностей, такі як енергетичні газові турбіни.*

## Газотранспортна система

Газотранспортна система України є найбільшою в Європі [5], її пропускна здатність становить більш як 280 млрд м<sup>3</sup> газу на рік, зокрема до Європи — близько 180 млрд м<sup>3</sup>. У 2011 р. до Європи було експортовано 104,2 млрд м<sup>3</sup> природного газу, а в 2015 р. — лише 59 млрд м<sup>3</sup>, що пов'язано із запуском двох ниток газопроводу «Північний потік-1» пропускною здатністю 55 млрд м<sup>3</sup> газу на рік. У 2019 р. планується запуск «Північного потоку-2» з такою самою продуктивністю, що може істотно знизити постачання природного газу до Європи через Україну.

Наразі обговорюється проект будівництва двох ниток «Південного потоку» продуктивністю 16 млрд м<sup>3</sup> на рік кожна, одна з яких призначена для Туреччини, а інша — для європейських споживачів. Введення в дію «Південного потоку», заплановане на 2019 р., може зменшити транзит газу через Україну: до 2020 р. він може впасти до 10–15 млрд м<sup>3</sup>, при цьому доходи від транзиту зменшаться на 2 млрд дол. США.

Іншою важливою проблемою газотранспортної системи України є застарілі і фізично зношене устаткування. Для приводу компресорів використовують застарілі газотурбінні двигуни, середній ККД яких становить менш як 30% [5]. При нормі заміни понад 20 одиниць щороку замінюють тільки 2–3 одиниці, з цієї причини щорічні витрати природного газу як палива для газових турбін становлять 2–3 млрд м<sup>3</sup>. Не проводяться роботи з утилізації «викидної» теплоти газових турбін, технічно можливий потенціал якої еквівалентний 2 ГВт. Найближчими роками необхідно виконати масштабні роботи з модернізації морально і фізично застарілих магістральних трубопроводів.

*Один із важливих показників енергетичної безпеки України — транзит природного газу до Європи перебуває під серйозною загрозою. До 2019—2020 рр. через будівництво «обхідних» газопроводів транзит газу Україною може знизитися до 10—15 млрд м<sup>3</sup>, і держава втрачати ме близько 2 млрд дол. США на рік.*

### **Енергоефективність і енергозбереження**

Україна має один із найвищих показників споживання енергії на душу населення. За чисельності населення менш ніж 1% від світової ми споживаємо понад 2% світових енергоресурсів (більш як 200 млн т у.п. на рік).

У 2008 р. споживання енергії на душу населення України становило близько 4200 г у.п. (у світі — 2624 г у.п.), на виробництво 1 кВт·год електроенергії витрачалося 379,4 г у.п., а на виробництво 1 Гкал теплоти котельнями — 174,4 кг у.п. (у м. Київ — 162,3 кг у.п.). Втрати теплоти при транспортуванні і розподілі теплової енергії становили понад 35%, а електроенергії — 12% (у світі — 6%) [4]. Ступінь зносу основних фондів виробництва і розподілу електроенергії, води і природного газу перевищував 60%.

Сьогодні Україна продовжує посідати одне з перших місць у Європі за енергоефективністю валового продукту, яка в 3,5 раза вища, ніж у промислово розвинених країнах Європи і в 1,6 раза вища, ніж у Білорусі [2, 3].

Найбільший потенціал економії палива зосереджено в малій енергетиці України, до якої належать промислові ТЕЦ і котельні, комунальна енергетика, промислові печі, побутові енергоустановки, автономні теплоцентралі. Вони споживають понад 60% усього палива в паливно-енергетичному комплексі України.

В Україні експлуатується велика кількість низькоефективних котелень та автономних генераторів теплоти, які спалюють природний газ і мазут. Питомі витрати палива на виробництво теплової енергії в них дуже великі, а середній ККД не перевищує 75%, що нижче за технічно допустимий рівень. Ці джерела

теплової енергії є також основними джерелами забруднення навколишнього середовища. Україні необхідно знизити енергоефективність національного продукту до середньосвітового рівня. Для цього потрібно:

1) провести докорінну модернізацію малих котлів і теплогенераторів, ширше впроваджувати котли з високим ККД;

2) реконструювати частину котелень з переведенням їх у більш ефективні міні-ТЕЦ електричною потужністю до 50 МВт, що не потребує великих капіталовкладень (1000—2000 дол. США на 1 кВт встановленої потужності). Термін окупності таких установок становить 3—5 років, що вдвічі менше, ніж у теплової енергетиці, а питомі витрати палива майже вдвічі нижчі, ніж на потужних ТЕС;

3) всіляко знижувати втрати енергоресурсів — теплові втрати в теплотрасах при транспортуванні теплової енергії, електроенергії в магістральних і розподільних електричних мережах;

4) ширше використовувати залишок «нічного провалу» після ГАЕС (3—4 ГВт). Для цього можна застосувати потужні теплові насоси, а також накопичувальні системи електричного опалення, які одночасно відіграватимуть роль споживачів-регуляторів для поліпшення якості роботи електричних мереж України;

5) ширше використовувати місцеві види палива, такі як шахтний метан, біогаз побутових відходів, котли на торфі та біомасі;

6) істотно знизити теплові втрати в будівлях завдяки їх термомодернізації та використанню нових теплоізоляційних матеріалів.

*Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів є однією з головних проблем України. Сьогодні енергоефективність внутрішнього валового продукту України в 2—2,5 раза вища, ніж у провідних країнах Європи. Значний потенціал економії палива зосереджено в малій енергетиці України, яка споживає понад 60% всіх паливно-енергетичних ресурсів країни. Наявні великі втрати енергії при транспортуванні теплової та електричної енергії, а також у житлово-комунальному господарстві України.*



## Висновки

Енергетика України функціонує в складних умовах, пов'язаних з нестабільною ситуацією в країні. Більшість показників енергетичної безпеки країни знизилася порівняно з 2011 р. і сьогодні перебуває на межі між небезпечним і критичним станами.

Видобуток вугілля — основного енергоносія для електростанцій України — у 2016 р. зменшився вдвічі, проблеми з постачанням на ТЕС України вугілля антрацитної групи призвели в 2017 р. до кризових явищ в енергетиці. Транзит природного газу до Європи істотно скоротився і має сталу тенденцію до подальшого зниження, що може привести до деградації газотранспортної системи України.

Теплова енергетика України характеризується низькими експлуатаційними показника-

ми та значним рівнем викидів шкідливих продуктів в атмосферу. Близько 85 % ТЕС України виробили свій фізичний ресурс і морально застаріли. Повузлова модернізація в тепловій енергетиці може подовжити життя теплової енергетики ще на 15–20 років, але не сприятиме її технічній модернізації.

Проектний термін експлуатації атомних блоків України наближається до завершення. Першорядними завданнями є розроблення науково обґрунтованої програми подовження терміну експлуатації атомних блоків на 15–20 років та програми будівництва нових реакторів і захоронення радіоактивних відходів.

Важливі завдання стоять у сфері енергоефективності і енергозбереження, передусім у галузі малої енергетики України, яка споживає понад 60 % паливних ресурсів країни.

## REFERENCES

### [СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Kvasha I.M. The current state of Ukraine's energy security (estimation and methodology of calculation). In: *Threats to Ukraine's energy security in conditions of increasing competition on the global and regional energy markets*. Analytical note. Kyiv: National Institute for Strategic Studies, 2012. <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/Energo-807fc.pdf>  
[Кваша І.М. Стан енергетичної безпеки України (оцінка та методологія розрахунку). В кн.: *Загрози енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному та регіональному ринках енергетичних ресурсів*: матеріали засідання круглого столу. К.: НІСД, 2012. С. 110–114. <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/Energo-807fc.pdf>]
2. Volchin I.A., Dunaevskaya N.I., Gaponich L.S., Chernyavsky M.V., Topal O.I., Zasyadko Ya.I. Prospects for the introduction of clean coal technologies in the energy sector of Ukraine. Kyiv, 2013.  
[Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапоніч Л.С., Чернявський М.В., Топал О.І., Засядько Я.І. *Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України*. К.: ГНОЗИС, 2013.]
3. Khalatov A.A. Energy sector of Ukraine: modern state and nearest prospects. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2016. (6): 53.  
[Халатов А.А. Енергетика України: сучасний стан і найближчі перспективи. *Вісник НАН України*, 2016. № 6. С. 53–61.]
4. Smenkovsky A.Yu. (ed.), Vorontsov S.B., Begun S.V., Sidorenko A.A. *Threats to Ukraine's energy security in conditions of increasing competition on the global and regional energy markets*. Analytical note. Kyiv: National Institute for Strategic Studies, 2012.  
[Сменковський А.Ю. (ред.), Воронцов С.Б., Бегун С.В., Сидоренко А.А. *Загрози енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному та регіональному ринках енергетичних ресурсів*. Аналітична доповідь. К.: НІСД, 2012. С. 36–74.]
5. Khalatov A.A., Karp I.N., Kutsan Yu.G. The power gas turbines: prospects of application in power engineering of Ukraine. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2015. (11): 52.  
[Халатов А.А., Карп І.М., Куцан Ю.Г. Енергетичне газотурбобудування: перспективи використання в енергетиці України. *Вісник НАН України*. 2015. № 11. С. 52–58.]

Стаття надійшла 20.04.2017.

*A.A. Khalatov*

Institute of Engineering Thermophysics  
of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

ENERGY SECURITY OF UKRAINE:  
IS THERE A SAFETY MARGIN?

The article presents an analysis of the level of energy security in Ukraine, which is determined by several indicators, each of which has an individual threshold value. Today, most of these indicators are at the boundary between the dangerous and critical states.

**Keywords:** energy security, fuel base, thermal and nuclear power engineering, natural gas pipeline network, energy efficiency, energy saving.