

Технические науки

УДК 327.620.9

**Тимченко Николай Петрович**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Tymchenko Nikolay**

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher*

*Institute of Engineering Thermophysics of the*

*National Academy of Sciences of Ukraine*

**Фиалко Наталия Михайловна**

*доктор технических наук, профессор, заведующая отделом,*

*член-корреспондент НАН Украины*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department,*

*Corresponding Member of the NAS of Ukraine*

*Institute of Engineering Thermophysics of the*

*National Academy of Sciences of Ukraine*

**ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЕС В  
КОНТЕКСТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА  
PECULIARITIES OF EU ENERGY SAFETY IN THE CONTEXT OF  
ENERGY TRANSITION**

*Аннотация. В статье в контексте энергетической безопасности рассмотрено состояние развития энергетического перехода в разных странах и их группировках. Сделан вывод о том, что подкритические антропогенные выбросы парниковых газов становятся пороговыми параметрами для задач о сроке истощенности ископаемого*

*энергетического сырья. В плане преодоления отмеченных угроз энергетической безопасности для Украины определен ряд обязательных трендов развития ее энергетики.*

**Ключевые слова:** *энергетическая безопасность; ископаемое энергетическое сырье; срок истощенности; выбросы парниковых газов; энергетический переход.*

**Summary.** *The in the context of energy security, the state of development of the energy transition in different countries and their groupings is considered. It is concluded that subcritical anthropogenic emissions of greenhouse gases become threshold parameters for problems with the exhaustion date of fossil energy raw materials. In respect of overcoming the noted threats to energy safety for Ukraine, a number of mandatory trends in the development of its energy sector have been identified.*

**Key words:** *energy safety; fossil energy raw materials; exhaustion date; greenhouse gas emissions; energy transition.*

**Введение.** Энергетическая политика Европейского союза основана на его обязательствах в соответствии с международным договором «Рамочная конвенция ООН по изменению климата» (РКИК). Механизмы реализации РКИК начали действовать на рубеже 20-21 веков. Концепция энергетической безопасности (ЭнБ) ЕС в соответствии с положением РКИК исходит из принципа необходимости глубокой экологизации энергетики. Институциональную основу этого принципа в ЕС составляют третий и четвертый энергопакеты ЕС. Энергетическая безопасность Евросоюза имеет наднациональный консенсусный характер и функционирует на основе ряда законодательных и нормативных документов, которые были одобрены или утверждены главными руководящими органами ЕС. ЭнБ ЕС базируется на стратегии энергетического перехода (ЭП), опыте разработки и реализации европейских программ экологизации энергетики. Один из первых

масштабных проектов ЭНБ ЕС, «Пакет действий по борьбе с изменением климата и использования возобновляемой энергии», был разработан в 2007-2009 гг. Пакет содержал инициативу «20-20-20 до 2020», которая была принята практически синхронно с введением в действие Киотского протокола и отвечала его идеологии и целям. В целом системная ЭНБ ЕС с начала 21 века встраивается в архитектуру безопасности ЕС и таргетирована, особенно после подписания Парижского соглашения 2015 года, на достижение климатически нейтрального уровня выбросов парниковых газов, главным образом, в энергетике. Страны-члены ЕС находятся на разных этапах внедрения ЭП. Так, Дания практически завершила этот переход, а Польша пока находится в его начале.

**Состояние развития энергетического перехода.** Целью ЭП является, прежде всего, отказ от использования углеродсодержащих ископаемых видов топлива. Состояние ЭП, как в масштабе отдельной страны, так и при глобальном подходе, диагностируется по двум параметрам. Первый - это доля ВИЭ среди традиционных видов топлива (угля, нефти, природного газа, ядерного, гидравлической энергии) в национальных энергомиксах потребления первичной энергии. Второй - место страны в рейтинге производства энергии из низкоуглеродистых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в мировом балансе потребления возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Всего в мире по данным [1, с. 53] потребления ВИЭ в 2019 году составило 28,98 ЭДж (4,96%) в общем объеме 583,9 ЭДж потребленной первичной энергии. Соответственно объемы ВИЭ-электрогенерации оцениваются 10,09 ЭДж [1, с. 54]. В табл. 1 приведен топ-список стран по относительным показателям потребления ВИЭ в 2019 году. Кроме семи стран-членов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), в рейтинг вошли КНР и две эмерджентные экономики - Индия и Бразилия. Лидерами потребления ВИЭ в мировом балансе есть КНР (22,9%) и США (20,1%). На долю ОЭСР приходится 57,9%, ЕС - 26% от всей потребленной первичной энергии на

базе ВИЭ, на страны ЕС вместе с КНР и США - 60,9%. Первый десяток стран этого списка (в него входят КНР, Бразилия, Индия и еще семь стран ОЭСР - США, ФРГ, Япония, Великобритания, Испания, Италия, Франция) потребляет 75,90% ВИЭ. По данным [2] общий объем выбросов парниковых газов (ВПГ) в 2018 достиг 55,6 ГтСО<sub>2</sub>-экв.

Считается, что благодаря росту доли ВЭС, СЭС, АЭС и замещению угля природным газом в развитых экономиках происходит заметное уменьшение ВПГ, так что в этих экономиках и их группировках пройден пик указанных выбросов.

Таблица 1

**Структура ВИЭ в мировом миксе и эмиссия СО<sub>2</sub> в 2019 по данным [1]**

	Страна, группировка стран	Потребление ВИЭ в составе энергомиксов:			Эмиссия СО <sub>2</sub> ,	
		национальных	мировом	географических группировок	Гт СО <sub>2</sub>	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Европа	9,76%	28,2 %		4,11	12,03
2	ЕС	10,96%	26,0 %	Всего страны 2 – 4 (ЕС+ КНР+США) = <b>69,0 %</b>	3,33	9,75
3	КНР	4,68%	22,9 %		9,83	28,76
4	США	6,16%	20,1 %		4,965	14,53
5	ФРГ	16,13%	7,3 %	Всего первые 10 стран 3 – 12: (КНР + США + ФРГ + Бразилия + Индия + Япония + В. Британия + Испания + Италия + Франция) = <b>75,90%</b>	0,684	2,00
6	Бразилия	16,29%	7,0 %		0,441	1,29
7	Индия	3,55%	4,2 %		2,480	7,26
8	Япония	5,89%	3,8 %		1,123	3,29
9	В. Британия	13,78%	3,7 %		0,387	1,13
10	Испания	13,11%	2,6 %		–	–
11	Италия	10,05%	2,2 %		0,325	0,95
12	Франция	6,30%	2,1 %	0,299	0,88	
13	ОЭСР	7,18%	57,9		12,01	35,15
14	Украина*	1,47%	0,2		–	–
15	Всего в мире**	4,96%	100		34,17	100
16	Суммарная эмиссия СО <sub>2</sub> в странах: ЕС+КНР+США+Бразилия+Индия+Япония+В.Британия				23,24	68,0

\* Справочно.

\*\* В т.ч. страны с эмерджентными экономиками

По данным [1, 3]: в 2018, 2019 ВПГ в сфере энергетики ЕС составили 3,47 и 3,33 ГтСО<sub>2</sub>-экв (отрицательный прирост ВПГ) на фоне 34,01 и 34,17 ГтСО<sub>2</sub>-экв. мировой глобальной величины ВПГ при росте ВВП экономики мира. За счет сокращения доли угольной генерации наибольшее уменьшение (на 2,9% или 0,14 ГтСО<sub>2</sub>-экв.) ВПГ наблюдается в США, хотя они и вышли из Парижского соглашения.

В целом, за период с 1990 по 2019 заметно увеличилась доля транспортной составляющей в ВПГ на фоне уменьшения энергетической составляющей, львиную долю которой составляет бытовой сектор. Доли сельского хозяйства, промышленности, использования топливной продукции и утилизации (сжигания) промышленных и бытовых отходов практически не изменились.

Подкритические антропогенные выбросы парниковых газов (с их главным компонентом СО<sub>2</sub>) с недавнего времени становятся главной мотивацией внедрения ЭП. Поэтому объем эмиссии СО<sub>2</sub> является одновременно пороговым параметром для задач о сроке истощенности ископаемого сырья. Обновленными планами энергетической политики ЕС предусматривается приближение к практически нулевому уровню ВПГ в 2050 г. Ключевой этап ЭП в ЕС юридически начинается с января 2021 (программы и планы «Чистой энергии для европейцев»). В других регионах мира ЭП происходит де-факто уже несколько лет с различными степенями интенсивности и организованности, что в целом является признаком повышенной национальной конкурентоспособности продукции. Если показатели 2019 считать стартовым для указанных планов, то темп уменьшения (при условии равномерности) интенсивности эмиссии в течение следующих 30 лет оценивается 3,33% / год, а общее количество (промежуточный бюджет) эмиссии СО<sub>2</sub> для стран ЕС величиною ≈ 51,6 ГтСО<sub>2</sub>.

**Энергетические пакеты ЕС и директивно-нормативная база ЭП.** Третий (ТЭП) и четвертый (ЧЭП) пакеты являются своеобразными первой и второй климатическими десятилетками ЕС. Краеугольным камнем современной европейской системы ЭНБ становится ЧЭП в виде сборника из восьми законодательных актов «Чистая энергия для всех европейцев». Последний законодательный акт ЧЭП вступил в силу 22.05.2019 г.. Планы ЧЭП являются ключевыми для реализации перехода ЕС к нейтральной климатической экономике и достижения конечных целей стратегии энергетического союза ЕС. Плановые показатели ЧЭП предусматривают доведение в 2030 году в энергобалансе ЕС доли «чистой» энергии, как минимум, до 32% (плановый финальный показатель предыдущей десятилетки «20-20-20 до 2020» составил 20%); повышение энергоэффективности на 32,5% (план 2020 - 20%). Также к 2030 году должны быть обеспечены устойчивое экономическое развитие ЕС и рост показателей конкурентоспособности стран ЕС. Считается, что выполнение ЧЭП станет весомым вкладом в достижение к 2050 году экономикой ЕС практически нулевой эмиссии парниковых газов и, следовательно, позволит избежать глобального повышения температуры выше критической величины 1,5 ° C (сценарий 2DS сейчас, через 5 лет после подписания Парижского соглашения, уже не рассматривается) по сравнению с доиндустриальными уровнями [4-6].

Из-за резкого (в геологическом времени) среднегодового прироста среднеземной температуры (в период 1980-2019 гг. со скоростью  $\approx 0,02^{\circ}\text{C} / \text{год}$ ), связанного с неуклонным ростом ВПГ, управляющие органы ЕС, реагируя на очевидную опасность дальнейшей потери биоразнообразия, деградации экосистем (вместе с агроэкосистемами) суши и океанов, а также для реализации концепции ЭНБ жизни, вынуждены непрерывно вводить все более жесткие и затратные мероприятия по предотвращению критических последствий глобального потепления. Наряду с вышеуказанным ЧЭП, Еврокомиссия в рамках законодательной инициативы, 28.12.2018 года

обнародовала проект стратегии «Чистая планета для всех. Европейское стратегическое долгосрочное видение для процветающей, современной, конкурирующей и не влияющей на климат, экономики». В проекте определены взгляды и подходы ЕС, касающиеся необходимости интенсификации в направлении климатической нейтральности. Через год - 28.11.2019 г., почти непосредственно перед COP25 (Мадрид, декабрь 2019), Европарламент принял резолюцию, которая провозглашает климатическое и природоохранное чрезвычайное положение в Европе и даже во всем мире. Депутаты Европарламента поручили Еврокомиссии согласовать соответствующие организационные предложения, мероприятия и задачи (в т. ч. законодательные, финансовые) по ограничению глобального потепления по сценарию <1.5DS. Предполагалось, что для этого в 2020-2030 гг. необходимо снизить (по сравнению с 1990 г.) ВПГ не на 32%, как планировалось ранее, а на 40 ÷ 55%. Долю ВИЭ нужно будет повысить до 70%, ископаемых энергоресурсов - сократить до 15% с улавливанием и длительным (на десятки тысяч лет) консервированием CO<sub>2</sub>. Через три месяца (4.03.2020 г.) Еврокомиссия предложила проект Еврозакону о климате (European Climate Law), предназначенного для достижения к 2050 году углеродной (климатической) нейтральности ЕС. После критики предыдущих материалов некоторыми центрально- и восточноевропейскими странами-членами ЕС, из проекта ECL были изъяты количественные параметры. Он закрепляет норму достижения к 2050 году нетто-нулевых ВПГ (net zero greenhouse gas emissions). Инструментами выполнения будущего ECL является, во-первых, создание налоговых углеродных барьеров на импорт энергоемких товаров; во-вторых, разработка Директив для эффективного урегулирования цен в ВПГ и устранения субсидирования ископаемых ТТЭР; в-третьих, реализация положений ЧЭП.

Для Украины, как ассоциированного члена ЕС, внедрение и адаптация ЧЭП нуждается в системной трансформации традиционных национальных подходов и технологий энергоснабжения и, что особенно важно,

энергопотребления на микро- и макроэкономических уровнях. В частности, должна быть оптимизирована база первичных источников энергии; ужесточены требования к экологичности и энергоэффективности процессов генерации, передачи, распределения и потребления энергии; созданы соответствующие техническая и технико-нормативная базы новой энергетики. В контексте преодоления угроз ЭНБ обязательными трендами ее развития должны стать:

- декарбонизация энергетики за счет как замещения опережающими темпами ВИЭ-генерацией доли базовой тепловой генерации, так и развития промышленных методов CCS;
- электрификация и диджитализация технологических процессов энергопотребления во всех секторах экономики, особенно в ее третичном и, в частности, бытовом секторах.

Отдельным важным направлением в процессах ВИЭ-генерации и передачи энергии должно стать развитие технологий суточного и сезонного накопления энергии в рамках концепций PtX, особенно, PtG (Power to Gas - «энергия в газ») и секторного (отраслевого) сцепления (sector coupling).

### **Литература**

1. BP Statistical Review of World Energy 2020. 68 p.
2. Olivier J.G.J., Peters J.A.H.W. Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions. 2019 Report. The Hague, 2020 PBL publication number: 4068. 70 p. URL: [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report\\_4068.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report_4068.pdf)
3. BP Statistical Review of World Energy 2019. 62 p.
4. IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C.
5. Emissions Gap Report 2019. URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



6. Lessons from a decade of emissions gap assessments. URL:  
[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30022/  
EGR10.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30022/EGR10.pdf?sequence=1&isAllowed=y)