

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-76-108>

УДК 004:620.9(4):[327-044.372

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ: ВИКЛИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІД ЧАС ГЕОПОЛІТИЧНИХ КРИЗ

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE EUROPEAN ENERGY SECTOR: CHALLENGES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT DURING THE GEOPOLITICAL CRISIS

Дугінець Ганна Володимирівнадоктор економічних наук, професор,
Державний торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3708-3666>**Генералов Олександр Валентинович**кандидат економічних наук, доцент,
Державний торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9191-7871>**Ніжейко Костянтин Аркадійович**доктор філософії з міжнародних економічних відносин,
Державний торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2925-1140>Duginets Ganna, **Generalov Oleksandr, Nizheiko Kostiantyn**
State University of Trade and Economics

У статті досліджується трансформаційний вплив цифрових технологій на європейський енергетичний сектор в контексті геополітичної нестабільності та викликів сталого розвитку. Визначено, що конвергенція стратегій цифровізації та зеленого переходу відкриває нові можливості для децентралізації та інвестицій у чисті технології, але також збільшує кіберризики та геополітичну вразливість. Особлива увага приділяється аналізу ролі прямих іноземних інвестицій в енергетичній інфраструктурі ЄС та інституційним заходам, таким як прийняття Регламенту про перевірку прямих іноземних інвестицій та Промислового плану «Зеленого курсу». У дослідженні також аналізується еволюція нормативно-правової бази ЄС, спрямованої на забезпечення балансу між відкритістю до інновацій та захистом стратегічної автономії. Доведено, що цифрова трансформація стала не лише технологічною, а й політичною та економічною необхідністю для зміцнення енергетичної незалежності ЄС та просування сталого відновлення в післякризовий період.

Ключові слова: цифрова трансформація, енергетичний сектор, сталий розвиток, геополітична криза, енергетична безпека, Європейський Союз, інтелектуальні енергетичні мережі, Smart Grid, відновлювана енергетика, іноземні інвестиції, енергетичний суверенітет, цифрові технології, кіберстійкість, російсько-українська війна.

The article provides a comprehensive study of the peculiarities of the digital transformation of the European Union's energy sector amid a prolonged geopolitical crisis caused by Russia's aggression against Ukraine, growing global competition in strategic technologies, and trade confrontation between the US and China. The relevance of the topic is heightened by the need to synchronize the goals of climate neutrality, digital sovereignty, and energy security against the backdrop of external infrastructure vulnerability. The aim of the study is to identify the peculiarities of the digital transformation of the European energy sector in the context of the geopolitical crisis, taking into account the goals of sustainable development. The article analyzes key digital technologies (Smart Grids, AI, IoT, Blockchain, digital twins) used in the generation, transmission, distribution, and management of energy flows. It shows that these tools create the potential for sustainable development by increasing energy efficiency, integrating renewable energy sources, and improving the transparency of energy transactions. Based on verified statistical data, the dynamics

of the implementation of digital solutions in leading countries around the world are presented and the growing role of OECD countries, in particular the US, in the field of AI and IoT for energy is identified. At the same time, the risks of geo-economic competition are outlined, in particular the dominance of Chinese state investors in the EU's energy infrastructure in the 2010s. Particular attention is paid to the analysis of the EU's regulatory response to new challenges, in particular the adoption of Regulation (EU) 2019/452, the EU Industrial Strategy, and the launch of the Global Gateway and NDICI initiatives. The author offers his interpretation of the digital transformation of energy as not only a technological but also a geostrategic process. He concludes that digitalization must be combined with ensuring cyber resilience and coordinating foreign economic policy within the EU.

Key words: digital transformation, energy sector, sustainable development, geopolitical crisis, energy security, European Union, Smart Grid, renewable energy, foreign investment, energy sovereignty, digital technologies, cyber resilience, Russian-Ukrainian war.

Постановка проблеми. Енергетичний сектор ЄС перебуває на перетині взаємопов'язаних викликів: необхідності цифрової трансформації та дотримання принципів сталого розвитку в умовах масштабної геополітичної кризи в регіоні. Російська агресія проти України, що триває з 2014 року та повномасштабне вторгнення РФ у 2022-му, спричинила переосмислення підходів до енергетичної безпеки через диверсифікацію джерел енергії та цифрової модернізації енергосистем. Також після 2020 року загальна кількість країн, які взяли на себе зобов'язання щодо нульових викидів збільшилась до 150, що становить близько 90 % світового населення [1]. А в останні 3 роки більшість країн світу зазначили перехід на зелену енергетику як ключовий напрям в стратегії відновлення після пандемії COVID-19. Така глобальна конвергенція навколо мети вуглецевої нейтральності та зеленого відновлення підвищила очікування щодо масштабних інвестицій, необхідних для збереження траєкторії нульових викидів з однієї сторони. А з іншої - на тлі глобального загострення міжнародних відносин навіть ліберально налаштовані країни стають обережними щодо іноземних інвестицій в енергетичний сектор враховуючи зовнішню залежність, що частіше всього виникає при цьому.

І в цьому контексті саме цифрові технології, такі як інтелектуальні енергетичні мережі (Smart Grids), AI для управління попитом, блокчейн для енергетичних транзакцій, а також платформи енергетичного обміну є інструментами які дозволяють знайти відповіді на зазначені питання. Але складність ситуації полягає в тому, що цифрова трансформація енергетичного сектору розширює можливості для сталого розвитку (гнучкість, екологічність, ефективність) та одночасно посилює вразливість системи до кіберзагроз і непередбачуваних збоїв у умовах геополітичної кризи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Теоретичні аспекти функціонування світового енергетичного сектору та впливу на нього геополітичних чинників розглядаються як у вітчизняній, так і в зарубіжній економічній літературі. Загальні закономірності функціонування цих ринків проаналізовані у працях сучасних науковців (наприклад [2; 3; 4]). Окрема група дослідників зосередила увагу на обґрунтуванні сценаріїв енергетичної трансформації [5; 6], включаючи прогнозовані геополітичні наслідки російсько-української війни [7; 8; 9]. Також значна кількість іноземних та українських дослідників присвятили свої наукові розвідки вивченню питання цифрової трансформації енергетичного сектору певних країн чи інтеграційних угруповань [10; 11; 12; 13].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Не заперечуючи вагомості існуючих напрацювань слід зазначити, що попри переваги цифрової трансформації для енергетичної сталості (гнучкість, ефективність, інтеграція ВДЕ), майже не дослідженими залишаються питання, пов'язані з економічною взаємозалежністю та цифровою взаємопов'язаністю, а також інтенсивною конкуренцією у сфері технологічного розвитку, які все частіше стає інструментами досягнення геополітичних цілей. Особливо це стосується країн, що перебувають у зоні підвищених енергетичних та безпекових ризиків, наприклад як Україна та деякі країни ЦСЄ.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є ідентифікація особливостей цифрової трансформації європейського енергетичного сектору в умовах геополітичної кризи з урахуванням цілей сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. На початку XXI століття світовий енергетичний сектор зазнав глибоких змін із впровадженням цифрових технологій, які трансформували в першу чергу підходи до

генерації, розподілу та споживання енергії. Саме інтелектуальні енергетичні мережі (Smart grids) забезпечують оптимальний розподіл електроенергії завдяки цифровим каналам зв'язку, підвищуючи ефективність і надійність систем. А IoT-пристрої дозволяють здійснювати безперервний моніторинг енергетичної інфраструктури, оперативно виявляючи несправності та сприяючи плануванню обслуговування. В свою чергу AI сприяє оптимізації управління ресурсами, прогнозуванню попиту та автоматизації розподілу, а блокчейн забезпечує прозорість та захист транзакцій, особливо в умовах децентралізованих енергетичних систем. У сукупності цифрові рішення та інструменти сприяють створенню більш гнучкої, інтегрованої та стійкої енергетичної інфраструктури світу (див. табл. 1).

Зазначимо, що в другій чверті XXI ст. сталий розвиток і далі залишається основним пріоритетом розвитку енергетичного сектору, оскільки існує потреба врахування змін клімату та вичерпності енергетичних ресурсів. І саме цифрові рішення сприяють переходу на чисту енергію, підвищенню енергоефективності та інтеграції ВДЕ (більш детально див. [14]). Також цифрові інструменти покращують логістику та зменшують втрати енергії, що позитивно впливає на прибутковість сектору. Нові бізнес-моделі, а саме децентралізоване виробництво та сервіси «енергія як послуга» (Energy-as-a-Service, EaaS), сприяють розвитку конкуренції та відкривають нові джерела доходу та формують нові інвестиційні можливості. В даному контексті цікавим є приклад Європейського Союзу, у якого в 2010-х роках під впливом цифровізації змінилась структура іноземних інвестицій в енергетику. Так КНР посів перше місце серед інвесторів з країн, що не входять до ОЕСР, а все більше угод укла-

далося в галузях, пов'язаних з енергетичною трансформацією, зокрема в придбанні мереж електропередачі, виробництві відновлюваної енергії та технологіях чистої енергії (більш детально див. [5]).

Спочатку держави-члени ЄС не виявляли занепокоєння з цього приводу, і багато угод укладалося поза увагою громадськості. Однак наприкінці 2010-х років дискусії щодо іноземних інвестицій, зокрема в енергетичному секторі, набули нового значення саме в контексті зміни їх структури впродовж останнього десятиліття: з переважно країн ОЕСР (головним чином США та Канади) до країн, що не входять до ОЕСР, з сильною присутністю РФ, КНР та країн Перської затоки. В цьому контексті все більшого поширення набули дискусії про ризики іноземних інвестицій, особливо з боку державних підприємств третіх країн, які можуть виникати з точки зору більшої вразливості до політичного тиску, кібератак, промислового шпигунства тощо. Саме китайські ДПП привернули особливу увагу, оскільки 36 % китайських ПІІ у період з 2005 по 2017 рік були зосереджені в енергетиці, з дедалі більшим акцентом на системах виробництва, передачі та розподілу електроенергії [15]. Зазначимо, що в контексті цифрової енергетичної трансформації набули актуальності проблеми безпеки не лише в виробництві, постачанні та інфраструктурі сектору (наприклад, енергетичних мереж, електростанцій) а і в сфері енергетичних технологій (наприклад, акумулятори, електромобілі, освітлення або напівпровідники) (див. детальніше [16]).

Як наслідок у лютому 2017 року пролунав найбільш впливовий заклик до активізації дій щодо захисту європейського енергетичного сектору від урядів Франції, Німеччини та Італії, які висловили занепокоєння, що конку-

Таблиця 1

Глобальні тенденції цифрової трансформації енергетичного сектору

Показник	Значення або тенденція
Розмір ринку Digital Energy (2025)	\$610 млрд
Частка Smart Grids / IoT	~32.6 % / ~31.4 %
Smart grid ринок (2024 → 2029)	\$73.8 → \$161.1 млрд (CAGR ~16.9 %)
Ринок Smart Grid analytics (2024)	\$8.1 млрд, до \$13.5 млрд (CAGR ~5.3 %)
Впровадження Smart Meters в ЄС до 2030	~72 % домогосподарств (200 млн +)
Потужність накопичення в КНР (2023)	31.39 GW (зростання на понад 260 %)
Компанії з AI у utility	74 % застосовують або досліджують AI
Прогноз споживання AI-центрів (2030)	до ~945 TWh (4-кратне зростання)

Джерело: сформовано авторами за відкритими даними мережі Internet

ренти отримують (нечесну) перевагу та використовують економічні операції для власних геостратегічних цілей [17].

Ці вимоги призвели до прийняття Регламенту (ЄС) 2019/452, що встановлює рамки для перевірки ПІІ в ЄС (набув чинності в листопаді 2020 року). Тобто створює механізм координації для обміну інформацією щодо іноземних придбань, які можуть становити загрозу національній безпеці, а також зобов'язує всі держави-члени встановити національні процедури перевірки ПІІ (більш детально див. [18]).

Зазначимо, що врахування питань безпеки та стратегічних економічних інтересів спільноти також простежується у висновках Ради щодо зовнішнього виміру European Green Deal. А саме держави-члени, з одного боку, мають враховувати більш класичні проблеми безпеки, такі як ризик втручання третіх країн та економічного примусу; а з іншого боку, поширювати ідею, що ПІІ в енергетичну інфраструктуру ЄС повинні поважати цілісність внутрішнього ринку ЄС і не повинні підривати безпеку, стратегічні інтереси та цілі ЄС у сфері клімату (більш детально див. [19]).

Наступним кроком стало прийняття Нової промислової стратегії для Європи (New Industrial Strategy for Europe), метою якої було посилити промислове лідерство ЄС і в енергетичній і в цифровій трансформації [20]. Відходячи від традиційного ринково-орієнтованого підходу попередніх Комісій на користь заходів підтримки відновлюваних джерел енергії, це стратегія стала інструментом посилення державного втручання у підтримку сектору зелених технологій. Такий крок був виправданий як необхідний у час геополітичних зрушень для захисту суверенітету та стратегічної автономії Європи, а також для покращення позицій ЄС у глобальній гонці за цифрову трансформації енергетичного сектору (див. детальніше [20]). Слід зазначити, що деякі із запропонованих заходів включали перегляд (послаблення) правил державної допомоги, збільшення державного фінансування досліджень і розробок у таких ключових галузях, як чистий водень, або оновлення інструментарію ЄС із захисту торгівлі, включаючи новий інструмент для усунення негативних ефектів, спричинених іноземними субсидіями в рамках єдиного ринку.

Зміна стратегічних пріоритетів також знайшла відображення в новому фінансовому інструменті зовнішніх відносин на період 2021–2027 років, а саме Інструменті сусідства, розвитку та міжнародного співробітництва

(Neighbourhood, Development and International Cooperation Instrument – ICPMC). Згідно документу у південному Середземномор'ї ЄС заплановано створити регіональну ініціативу зі сталого фінансування разом з міжнародними фінансовими інституціями для підтримки масштабних інвестицій у виробництво відновлюваних джерел енергії та зеленого водню [21]. Це підкреслить тенденцію щодо зростання важливості фінансування розвитку через Європейський інвестиційний банк (ЄІБ) та інші міжнародні фінансові інституції. Це є також ознакою посилення державного втручання, що виникає як відповідь на посилення ролі фінансування з боку не західних економік [22]. Інша нова ініціатива Global Gateway, спрямована на реалізацію стратегічних інвестиційних проектів ЄС у всьому світі, ілюструє пріоритетність відновлюваних джерел енергії та технологій чистої енергії.

У лютому 2022 року повномасштабне вторгнення РФ в Україну спричинило низку безпрецедентних кроків, що вплинули в першу чергу на російські інвестиції в енергетику ЄС, а саме призупинення сертифікації газопроводу «Північний потік 2», останнього адміністративного кроку, необхідного для постачання газу. Хоча спочатку це було тимчасове призупинення, оголошення Німеччиною надзвичайних планів щодо постійного скорочення поставок з РФ, а також збитки, спричинені саботажом газопроводу у вересні 2022 року, фактично перетворили маршрут «Північний потік» на занедбаний актив.

Європейська Комісія підготувала ґрунт для подальших дій проти російських дочірніх компаній в ЄС, оголосивши про правові заходи, що визначають газові сховища як критичну інфраструктуру, та ввівши обов'язок сертифікації (всіх існуючих і майбутніх сховищ) того, що іноземна власність не ставить під загрозу безпеку держав-членів ЄС [23]. Німеччина була першою країною, яка в квітні 2022 року розпочала законодавчі заходи з метою тимчасового встановлення контролю через німецький регулятор над Gazprom Germania Group (BMWK 2022), що володіє частками в важливих газосховищах і розподільчих трубопроводах, а також розглядає можливість націоналізації частки «Роснефти» в нафтопереробних заводах у Німеччині [24]. Європейська комісія опублікувала додаткові рекомендації щодо посилення національного скринінгу інвестицій від російських та білоруських фізичних або юридичних осіб. Хоча прямі дії були зосереджені на потенційних придбаннях

з РФ та Білорусі, динаміка сек'юритизації, спричинена російсько-українською війною, також вплинула на інвестиційні тенденції з КНР. Так у 2022 році загальний обсяг китайських інвестицій в Європі досяг найнижчого рівня з 2013 року, при цьому в енергетичному секторі відбулося лише одне велике придбання – компанія CTG придбала портфель сонячних фотоелектричних електростанцій в Іспанії [25].

Війна також прискорила підписання нових міжнародних угод і партнерств на рівні ЄС, наприклад, щодо водню (з Казахстаном, Єгиптом і Намібією), щодо виробництва чистої енергії (з Марокко та Азербайджаном) та щодо критично важливих сировинних матеріалів (з Канадою, Норвегією та Аргентиною). Трансатлантичне енергетичне партнерство також було посилено угодою між Європейським альянсом з акумуляторних батарей (ЕВА) та американським альянсом Li-Bridge Alliance щодо стійкості ланцюгів постачання цих батарей, включаючи постачання критично важливих сировинних матеріалів [26]. Відповідно до геополітичної ситуації, ЄС також виступає за створення Клубу критично важливих сировинних матеріалів з країнами-однумцями для забезпечення глобальних поставок критично важливих сировинних матеріалів, необхідних для галузей чистої енергетики. Однак деякі питання залишаються складними для вирішення, наприклад, чи повинен ЄС зосередитися на просуванні лише «зеленого водню», виробленого з відновлюваних джерел енергії, чи також і водню, що не походить з відновлюваних джерел, як це пропонують кілька держав-членів ЄС; чи слід визнати ядерну енергію, включаючи малі ядерні реактори, які просувають США в декількох державах-членах, як джерело чистої енергії (див. детально [27]).

Посилюючи геополітичне значення енергетичного сектору, протягом перших місяців 2023 року Європейська комісія представила кілька нових заходів для зміцнення галузі чистої енергетики ЄС в рамках нового Промислового плану «Зеленого курсу» (GDIP). Ці заходи були спричинені оголошенням Сполученими Штатами в грудні 2022 року Закону про зниження інфляції (IRA), програми субсидій на суму 400 млрд доларів для підтримки вітчизняного виробництва чистої енергії та промислових товарів, таких як електромобілі. У червні 2023 року було представлено першу Європейську стратегію економічної безпеки, яка є відображенням комплексного

стратегічного підходу до економічної безпеки, зниження ризиків та просування технологічної переваги в критичних секторах [21]. В цій стратегії також зроблено наголос на розмитості меж між цивільними та військовими технологіями [28]. Ще одним важливим кроком стало оголошення фон дер Ляєн у вересні 2023 року про початок масштабного анти-субсидійного розслідування щодо китайської галузі електромобілів, що свідчить про готовність ЄС активно використовувати свій новий арсенал геоекономічних інструментів. Водночас, на відміну від США, ЄС досі залишається відкритим для інвестицій КНР в нові проекти в ЄС, що свідчить про готовність ЄС зберегти певний рівень відкритості з цим партнером.

В контексті подій цього року, не можна обійти увагою торговельну війну, яка була ініційована адміністрацією Дональда Трампа на початку 2025 року. Запровадження жорсткіших тарифів на експорт європейських технологій та обмеження постачання критично важливого обладнання зі США, зокрема у сфері цифрових рішень для енергетичного сектору, створюють додаткові бар'єри для реалізації програм сталого розвитку. ЄС опинився перед потребою переосмислення ланцюгів постачання, активізації внутрішніх інноваційних кластерів і диверсифікації джерел критичних технологій, таких як програмне забезпечення для інтелектуального управління мережею, модулі AI для енергетики, датчики IoT та елементи накопичення енергії. Саме в цих умовах посилення цифровізації сектора виступає не лише технологічною модернізацією, а й стратегічною відповіддю на геополітичний тиск США. Водночас посилюється внутрішня потреба в координації політик між державами-членами ЄС у сфері кібербезпеки, цифрового суверенітету та науково-технічної співпраці, щоб уникнути технологічної залежності від нестабільних зовнішніх партнерів.

Висновки. Цифрова трансформація енергетичного сектору Європейського Союзу відбувається під подвійним тиском – необхідністю досягнення цілей сталого розвитку та реагуванням на виклики геополітичної нестабільності, зокрема пов'язані з війною Росії проти України. З одного боку, цифрові технології – зокрема інтелектуальні енергетичні мережі (Smart Grids), Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та блокчейн – сприяють підвищенню ефективності, прозорості, екологічності та гнучкості енергетичних систем. З іншого боку, цифровізація загострює проблематику кіберзахисту, посилює тех-

нологічну залежність від зовнішніх партнерів і ускладнює забезпечення енергетичного суверенітету.

У таких умовах особливого значення набувають питання зовнішніх інвестицій. Іноземний капітал, зокрема з країн, що не входять до ОЕСР, дедалі частіше розглядається не лише як джерело модернізації, а і як потенційна загроза національній та енергетичній безпеці. Відповіддю на це стала інституалізація механізмів перевірки прямих іноземних інвестицій у критичну інфраструктуру, зокрема в енергетиці.

Результати емпіричного аналізу підтверджують, що у підході ЄС до цифрової трансформації енергетичного сектору останні 10 років відбувається посилення розуміння геополітичних факторів цього процесу, що призводить до прийняття різних геоекономічних політичних інструментів на рівні ЄС для стимулювання інновацій та місцевого виробництва зелених технологій, розширення переліку обґрунтованих причин для перевірки та блокування іноземних інвестицій в енергетичний сектор, або переорієнтація енергетичної дипломатії ЄС на стратегічні проекти у сфері відновлюваних джерел енергії та технологічні альянси з обраним колом партнерів. У контексті війни проти України формулювання енергетичної трансформації набуло більш безпекового характеру, що спонукало до при-

скореного прийняття виняткових заходів, таких як (тимчасова) націоналізація іноземних енергетичних активів або надзвичайне планування подальшого розвитку потужностей відновлюваних джерел енергії.

Геоекономічне протистояння, що активізувалося на весні 2025 року після запровадження адміністрацією США тарифних обмежень та експортного контролю щодо технологій для енергетичного сектору ЄС, поставило Євросоюз перед необхідністю переосмислення глобальних ланцюгів постачання, диверсифікації джерел критичних технологій, а також посилення внутрішньої координації в сфері цифрової безпеки. У цьому контексті цифрова трансформація постає не лише як технічна модернізація, а як стратегічна відповідь на зовнішній тиск.

Сукупність цих факторів вказує на зміну стратегічної парадигми: від орієнтації на відкритий глобальний ринок – до активної промислової політики, спрямованої на забезпечення енергетичної, цифрової та економічної автономії ЄС. Враховуючи це, подальші дослідження авторів будуть спрямовані на обґрунтування ключових інструментів та механізмів ефективного поєднання цілей сталого розвитку, цифрового суверенітету та енергетичної безпеки України з врахуванням досвіту цифрової трансформації європейського енергетичного сектору в реаліях сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Net Zero Tracker. Database of net zero targets per country. 2023. URL: <https://zerotracker.net/> (дата звернення: 07.07.2025)
2. Zubko T. International cooperation in the energy sector. *Foreign trade: economics, finance, law*. 2024. 135, 4 (Sep. 2024), 25–37. DOI: [https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)02](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)02).
3. Kudyko, L., Stetsko, M., Lezhpokova, V., Petrochenko, O., Makatora, D., & Yashchenko, O. Environmental Aspects of Geospatial Diversification of Foreign Trade: The Case of Ukraine-EU. In: Houry, R.E., Nasrallah, N. (eds) *Intelligent Systems, Business, and Innovation Research. Studies in Systems, Decision and Control*, 2024, (489). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36895-0_15
4. Когут-Ференс, О. І. Сучасний стан розвитку та функціонування світового ринку енергетики та торгівлі енергоресурсами. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*, 2022, 32, 265-272. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/585> (дата звернення: 07.07.2025)
5. Anna Herranz-Surrallés. The EU Energy Transition in a Geopoliticizing World, *Geopolitics*. 2024, 29:5, 1882–1912, DOI: <https://doi.org/10.1080/14650045.2023.2283489>
6. Goldthau, A., and K. Westphal. How the energy transition will reshape geopolitics. *Nature*. 2019. 569 (7754):29–31. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01312-5>
7. Giuli, M., and S. Oberthür. Assessing the EU's Evolving Position in Energy Geopolitics under decarbonization. *The International Spectator*. 2023. 58 (3):152–70. DOI: <https://doi.org/10.1080/03932729.2023.2199648>
8. Kuzemko, C., M. Blondeel, C. Dupont, and M. C. Brisbois. Russia's war on Ukraine, European energy policy responses and implications for sustainable transformations. *Energy Research & Social Science*. 2022. 93:102842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102842>
9. Osička, J., and F. Černoch. European energy politics after Ukraine: The road ahead. *Energy Research & Social Science*. 2022. 91:1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102757>

10. Celeste, E., & Dominioni, G. Digital and green: reconciling the EU twin transitions in times of war and energy crisis. In *Research Handbook on Post-Pandemic EU Economic Governance and NGEU Law*. 2024. P. 161–178). Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781035328161.00020>
11. Midttun, A., & Piccini, P. B. Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation. *Energy Policy*, 2017. 108, 330–343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.046>
12. Мохор, В. В. Цифрова трансформація енергетики як запорука забезпечення її стійкості (стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 4 жовтня 2023 р.). *Вісник НАН України* 2023. № 12. С. 74–79. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/201637> (дата звернення: 07.07.2025)
13. Домбровська, Т. Секторальні тенденції діджиталізації глобального енергетичного сектору. *Економіка та суспільство*, 2023. (50). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-22>
14. Bassey, K.E. Optimizing wind farm performance using machine learning. *Engineering Science & Technology Journal*, 2022. 3(2), 32–44. DOI: <https://doi.org/10.51594/estj.v3i2.1284>
15. Mazzucchi, N. China and European electricity networks: Strategy and issues. In *Note*, 2018. Vol. 17, Paris: Fondation pour la recherche strategique. URL: <https://www.frstrategie.org/en/publications/notes/china-european-electricity-networks-strategy-issues-2018>. (дата звернення: 07.07.2025)
16. Rajavuori, M., and K. Huhta. Investment screening: Implications for the energy sector and energy security. *Energy Policy*. 2020. 144:111646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111646>
17. Governments of Germany, France and Italy. *Proposals for Ensuring an Improved Level Playing Field in Trade and Investment*. 2017. URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-proposals-for-ensuring-an-improved-level-playing-field-in-trade-and-investment.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (дата звернення: 07.07.2025)
18. Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 establishing a framework for the screening of foreign direct investments into the Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/452/oj/eng> (дата звернення: 07.07.2025)
19. Council of the EU. *Council conclusions on Climate and Energy Diplomacy – delivering on the external dimension of the European Green Deal*, 5263/21. January, 21 2021.
20. European Commission. *A New Industrial Strategy for Europe*. COM. 102 final, 10.02.2020.
21. European Commission and High Representative. *Renewed partnership with the southern neighbourhood*. JOIN. 2021. 2 final, 09.02.2021.
22. Alami, I., A. D. Dixon, R. Gonzalez-Vicente, M. Babic, S. Lee, I. A. Medby, and N. de Graaff. Geopolitics and the 'new' state capitalism. *Geopolitics*. 2021. 27 (3):995–1023. DOI: <https://doi.org/10.1080/14650045.2021.1924943>
23. European Commission. *Regulation amending regulation (EU) 2017/1938 concerning measures to safeguard the security of gas supply and regulation (EC) n°715/2009 on conditions for access to natural gas transmission networks*, COM. 135 final, 23.03.2022.
24. Krapp, C., K. Stratmann, and K. Witsch. Enteignung nicht ausgeschlossen: Gazprom und Rosneft unter Beobachtung, *HandelsblattKratz*. 2022. URL: <https://www.handelsblatt.com/politik/international/energieversorgung-enteignung-nicht-ausgeschlossen-gazprom-und-rosneft-unter-beobachtung/28224004.html> (дата звернення: 07.07.2025)
25. Kratz, A., M. J. Zenglein, G. Sebastian, and M. Witzke. Chinese FDI in Europe: 2022 update, MERICS Report. URL: <https://merics.org/en/report/ev-battery-investments-cushion-drop-decade-low-chinese-fdi-europe-2022-update> (дата звернення: 07.07.2025)
26. European Commission. European Commission and U.S. Department of Energy Support Collaboration Between the European Battery Alliance and U.S. Li-Bridge Alliance to Strengthen Supply chain. Press Release, 14.05.2022.
27. Kadrass, S. *A nuclear energy truce: Why EU states should stop bickering and build renewables*, ECFR Commentary. 2023. URL: <https://ecfr.eu/article/a-nuclear-energy-truce-why-eu-states-should-stop-bickering-and-build-renewables/> (дата звернення: 07.07.2025)
28. European Commission and High Representative. *Joint Communication on European Economic Security Strategy*. JOIN. 2023. 20 final, 20.06.2023.

REFERENCES:

1. Net Zero Tracker (2023) Database of net zero targets per country. URL: <https://zerotracker.net/> (accessed July 7, 2025)

2. Zubko T. (2024). International cooperation in the energy sector. *Foreign trade: economics, finance, law*. 135, 4 (Sep. 2024), 25–37. DOI: [https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)02](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)02).
3. Kudyrko, L., Stetsko, M., Lezhpokova, V., Petrochenko, O., Makatora, D., & Yashchenko, O. (2024). Environmental Aspects of Geospatial Diversification of Foreign Trade: The Case of Ukraine-EU. In: Khoury, R.E., Nasrallah, N. (eds) *Intelligent Systems, Business, and Innovation Research. Studies in Systems, Decision and Control*, (489). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36895-0_15
4. Kogut-Ferens, O. I. (2022). Suchasnyy stan rozvytku ta funktsionuvannya svitovoho rynku enerhetyky ta torhivli enerhoresursamy. [The current state of development and functioning of the world energy market and trade in energy resources]. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*, 32, 265–272. URL: <https://nslubp.org.ua/index.php/journal/article/view/585> (accessed July 7, 2025)
5. Anna Herranz-Surrallés (2024) The EU Energy Transition in a Geopoliticizing World, *Geopolitics*, 29:5, 1882-1912, DOI: <https://doi.org/10.1080/14650045.2023.2283489>
6. Goldthau, A., and K. Westphal. (2019). How the energy transition will reshape geopolitics. *Nature* 569 (7754):29–31. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01312-5>
7. Giuli, M., and S. Oberthür. (2023). Assessing the EU's Evolving Position in Energy Geopolitics under decarbonization. *The International Spectator* 58 (3):152–70. DOI: <https://doi.org/10.1080/03932729.2023.2199648>
8. Kuzemko, C., M. Blondeel, C. Dupont, and M. C. Brisbois. (2022). Russia's war on Ukraine, European energy policy responses and implications for sustainable transformations. *Energy Research & Social Science* 93:102842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102842>
9. Osička, J., and F. Černoch. (2022). European energy politics after Ukraine: The road ahead. *Energy Research & Social Science* 91:1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102757>
10. Celeste, E., & Dominioni, G. (2024). Digital and green: reconciling the EU twin transitions in times of war and energy crisis. In *Research Handbook on Post-Pandemic EU Economic Governance and NGEU Law* (pp. 161–178). Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781035328161.00020>
11. Midttun, A., & Piccini, P. B. (2017). Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation. *Energy Policy*, 108, 330–343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.046>
12. Mokhor, V. V. (2023). Tsyfrova transformatsiya enerhetyky yak zaporuka zabezpechennya yiyi stiykosti (stenohrama dopovidi na zasidanni Prezydiyi NAN Ukrayiny 4 zhovtnya 2023 r.) [Digital transformation of energy as a guarantee of ensuring its sustainability (transcript of the report at the meeting of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine on October 4, 2023)]. *Visnyk NAN Ukrayiny*, № 12, pp. 74–79. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/handle/123456789/201637> (accessed July 7, 2025)
13. Dombrov'ska, T. (2023). Sektoral'ni tendentsiyi didzhitalizatsiyi hlobal'noho enerhetychnoho sektoru [Sectoral trends in the digitalization of the global energy sector]. *Ekonomika ta suspil'stvo* (50). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-22>
14. Bassey, K.E. (2022). Optimizing wind farm performance using machine learning. *Engineering Science & Technology Journal*, 3(2), 32-44. DOI: <https://doi.org/10.51594/estj.v3i2.1284>
15. Mazzucchi, N. (2018). China and European electricity networks: Strategy and issues. In *Note*, Vol. 17, Paris: Fondation pour la recherche strategique. URL: <https://www.frstrategie.org/en/publications/notes/china-european-electricity-networks-strategy-issues-2018>. (accessed July 7, 2025)
16. Rajavuori, M., and K. Huhta. (2020). Investment screening: Implications for the energy sector and energy security. *Energy Policy* 144:111646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111646>
17. Governments of Germany, France and Italy (2017) *Proposals for Ensuring an Improved Level Playing Field in Trade and Investment*. URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunkt-papier-proposals-for-ensuring-an-improved-level-playing-field-in-trade-and-investment.pdf?__blob=publication-file&v=1 (accessed July 7, 2025)
18. Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 establishing a framework for the screening of foreign direct investments into the Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/452/oj/eng> (accessed July 7, 2025)
19. Council of the EU. (2021). *Council conclusions on Climate and Energy Diplomacy – delivering on the external dimension of the European Green Deal*, 5263/21. January, 21 2021.
20. European Commission. (2020). *A New Industrial Strategy for Europe*. COM. 102 final, 10.02.2020.
21. European Commission and High Representative. (2021). *Renewed partnership with the southern neighbourhood*. JOIN (2021) 2 final, 09.02.2021.
22. Alami, I., A. D. Dixon, R. Gonzalez-Vicente, M. Babic, S. Lee, I. A. Medby, and N. de Graaff. (2021). Geopolitics and the 'new' state capitalism. *Geopolitics* 27 (3):995–1023. DOI: <https://doi.org/10.1080/14650045.2021.1924943>

23. European Commission. (2022). *Regulation amending regulation (EU) 2017/1938 concerning measures to safeguard the security of gas supply and regulation (EC) n°715/2009 on conditions for access to natural gas transmission networks*, COM. 135 final, 23.03.2022.
24. Krapp, C., K. Stratmann, and K. Witsch (2022) "Enteignung nicht ausgeschlossen: Gazprom und Rosneft unter Beobachtung", HandelsblattKratz URL: <https://www.handelsblatt.com/politik/international/energieversorgung-enteignung-nicht-ausgeschlossen-gazprom-und-rosneft-unter-beobachtung/28224004.html> (accessed July 7, 2025)
25. Kratz, A., M. J. Zenglein, G. Sebastian, and M. Witzke (2023) Chinese FDI in Europe: 2022 update, MERICS Report. URL: <https://merics.org/en/report/ev-battery-investments-cushion-drop-decade-low-chinese-fdi-europe-2022-update> (accessed July 7, 2025)
26. European Commission. (2022). European Commission and U.S. Department of Energy Support Collaboration Between the European Battery Alliance and U.S. Li-Bridge Alliance to Strengthen Supply chain. Press Release, 14.05.2022.
27. Kadras, S. (2023). *A nuclear energy truce: Why EU states should stop bickering and build renewables*, ECFR Commentary. URL: <https://ecfr.eu/article/a-nuclear-energy-truce-why-eu-states-should-stop-bickering-and-build-renewables/> (accessed July 7, 2025)
28. European Commission and High Representative. (2023). *Joint Communication on European Economic Security Strategy*. JOIN (2023) 20 final, 20.06.2023.