

УДК 658.26

DOI: 10.32342/2074-5354-2022-2-57-18

*Н.О. ЧЕРНЕНКО,*

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки  
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського», м. Київ (Україна)  
ORCID ID: 0000-0002-7424-7829

*Я.І. ГЛУЩЕНКО,*

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки  
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського», м. Київ (Україна)  
ORCID ID: 0000-0003-1454-0369

*О.О. КОРОГОДОВА,*

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки  
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського», м. Київ (Україна)  
ORCID ID: 0000-0003-2338-365X

*Т.Є. МОЙСЕЄНКО,*

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної економіки  
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського», м. Київ (Україна)  
ORCID ID: 0000-0002-2074-8062

## **ТЕМПОРАЛЬНО-РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНОГО СЕКТОРА ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ В НЬОМУ**

Стаття присвячена проблематиці формування та розвитку комунального сектора окремих країн та використання енергетики у зазначеній сфері. Авторами на базі темпорально-ретроспективного аналізу запропоновано рекомендації щодо забезпечення сталого розвитку комунального сектора економіки різних країн з використанням механізму зниження енергоємності, енергозаощадження та впровадження зелених технологій, враховуючи структуру споживання енергоресурсів у комунальному секторі. У статті проаналізовано динаміку виробництва електроенергії за 2012–2021 рр. у КНР, Великій Британії, США та в окремих країнах Європи, виявлено відмінності в ступені їх електроенергетичної незалежності. Ці відмінності знайшли своє відображення в поділі країн на електроенергодостатні та електроенергодефіцитні, з переважанням останніх. Наведена авторами динаміка енергоємності за 2012–2021 рр. дозволила оцінити рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту країни. Отримана у статті динаміка індексу цін на електроенергію в Німеччині, Великій Британії, Італії та Франції за 2019–2021 рр. показала, що висока вартість енергії ставить під загрозу доступність основних енергетичних потреб для сектора комунальних послуг та конкурентоспроможності всієї промисловості країни. Зависокі витрати на виробництво енергії

автоматично підвищують ціни на товари та послуги для всіх споживачів комунальних послуг. Аналіз динаміки побутового використання електроенергії за 2012–2021 рр. виявив тенденції до диверсифікації та збільшення частки альтернативних джерел енергії у загальному обсязі споживання енергії. Проаналізована авторами динаміка частки відновлювальних джерел енергії у загальному виробництві електроенергії свідчить про те, що надання енергетичних послуг і споживання енергії має бути більш ефективним та енергозощадливим.

*Ключові слова:* комунальний сектор, енергетика, суспільне господарство, зелена економіка, комунальні підприємства, темпорально-ретроспективний аналіз, відновлювані джерела енергії.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Комунальний сектор значно залежить від політичного контексту та фактору громадської довіри суспільства [1]. Він являє собою важливу частину економіки та характеризується наявністю багатосторонніх зв'язків з іншими сферами суспільного господарства. Комунальний сектор в багатьох країнах світу представлений державними послугами і через це має досить жорстко регулюватися. Важливою особливістю комунального сектора є його прив'язка до індивідуального користування кінцевими споживачами та залежність від електрифікації. Використання електроенергії в промисловості, комунальному господарстві та на транспорті займає майже 50% у структурі загальної кінцевої енергії, станом на 2021 р. [2]. Також дефіцит або доступність ресурсів, відповідна геополітика та економіка країни, домовленості про постачання газу, нафти та вугілля є ключовими факторами, що формують політику ринку електроенергії у світі.

Варто зазначити, що ринкові умови, політичні рішення, інвестиції та вдосконалення технологій у XXI ст. обумовлюють зростання використання відновлюваних джерел енергії. Тільки за 2021 р. за даними RECAI PPA Index було придбано рекордні 23,7 ГВт відновлюваної енергії [3]. Через пандемію COVID-19 [4] і рецесію 2019–2020 рр. інвестиції у потужності відновлюваної енергетики у світі зросли на 2% до 303,5 млрд дол. США, тоді як кількість встановлених потужностей відновлюваних джерел зросла на 45% порівняно з 2019 р. до 265 ГВт, що свідчить про найшвидший темп зростання з 1999 р.

За даними Міжнародного енергетичного агентства у 2022–2023 рр. прогнозується зростання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел більш ніж на 8%, яке досягне 8300 ТВт-год, що стане найшвидшим річним зростанням з 1970-х років. Із зростаючими інвестиціями та політичною підтримкою відновлюваних джерел енергії створюються умови для продовження швидкого зростання частки відновлюваної енергетики у загальному обсязі енергії. Інтеграція зростаючих обсягів відновлюваної енергетики може призвести до значного навантаження на мережеву інфраструктуру.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Питання розвитку комунального сектора та проблема використання енергетики в ньому набуває все більшої актуальності у зв'язку з тим, що надійна та конкурентоспроможна сучасна енергетика має важливе значення для розвитку комунального сектора, бізнесу, створення робочих місць, отримання прибутку та підтримання міжнародної конкурентоспроможності у всіх галузях економіки. Висвітлення зазначених питань зустрічається у працях таких відомих вчених та представників бізнес-кіл, як: Кріс Б. Мерфі [5]; Пол Нілсен, Майкл Поллітт [1]; Д. Барак [6]; В. Клив'єне та А. Кедайтене [7]; Е. Кочак і А. Шаркюнеші [8]; Р. Інглезі-Лотц [9]; С. Нараян та Н. Дойч [10]; Бернард Марр [11]; С.В. Войтко [12]; А.О. Задоя, Б.І. Холод [13]; Masashi Nakazono [14]; М. Мей, Х. Дж. Леверенц, Д. Лакнер [15]; Ендрю Лі [16]; Ярослав Ваєр [17]; Вікторія Наконечна, Валентин Марчук [18]; І.Б. Васі, Б. Кінг [19]; Р. Зеб, Л. Салар, У. Аван, К. Заман, М. Шахбаз

[20]; М.Г. Перейра, М.А.В. Фрейтас, Н.Ф. Сілва [21]; Ганінун Ганінун, Ліндріанасарі Ліндріанасарі, Сусі Сарумпает, Агріанті Комаласарі, Арді Гунарді [22] та ін. Зокрема у чисельних звітах міжнародних організацій та працях вчених наводяться дані, що за рахунок відновлюваних джерел виробляється дедалі більше енергії. У Німеччині за рахунок таких джерел у 2016 р. було знижено викиди в обсязі 159 млн т еквівалента CO<sub>2</sub>, з яких 103 млн т – у секторі енергетики [23].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Разом з тим аналіз літературних джерел показав, що у зазначених дослідженнях недостатньо повно розкрита проблематика розвитку комунального сектора та використання енергетики в ньому. Таким чином, автори вбачають за доцільне дослідити зазначені питання за допомогою темпорально-ретроспективного аналізу. Розвиток технологій відновлюваної енергетики, вимоглива поведінка споживачів змінюють спосіб виробництва, використання електроенергії та торгівлі нею. Висока значущість зазначених проблем зумовила актуальність теми та вибір мети дослідження.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою дослідження є розробка теоретичних положень та практичних рекомендацій щодо забезпечення розвитку комунального сектора економіки країн з використанням механізму зниження енергоємності, енергозаощадження та впровадження зелених технологій, враховуючи структуру споживання енергоресурсів.

Відповідно до зазначеної мети поставлено такі завдання дослідження:

1) визначити сутність та особливості функціонування комунального сектора економіки у різних країнах, здійснити порівняльний аналіз вибірки країн, що входять в Альянс ГІСУ (частково) [24];

2) висвітлити наявні проблеми енергетичної складової комунального сектора;

3) дослідити напрями впровадження технологій альтернативної енергетики в комунальному секторі країн світу;

4) проаналізувати рівень ефективності операційної діяльності (на базі показників: рентабельності та чистого прибутку (збитку)) вітчизняних підприємств, що надають комунальні послуги.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Сектор комунальних послуг складається з компаній, які постачають електроенергію, природний газ, паропостачання, воду (водопостачання та водовідведення), забезпечують управління відходами через каналізаційні системи та надають інші послуги для будинків і підприємств. Комунальні компанії – це підприємства різних форм власності, діяльність яких регулюється комісіями з комунальних послуг, які працюють на різних юрисдикційних рівнях [25]. У цьому секторі конкретні види діяльності, пов'язані з наданням комунальних послуг, відрізняються залежно від підприємства: електроенергія включає виробництво, передавання та розподіл; природний газ включає розподіл; постачання пари включає забезпечення та/або розподіл; водопостачання включає очищення та розподіл; видалення стічних вод включає збір, обробку та видалення відходів через каналізаційні системи та очисні споруди.

Кожна з країн визначає для себе найбільш пріоритетні напрями реформування комунального сектора, враховуючи існуючий досвід та наявні ресурсні можливості. Різні політичні підходи до енергетичної трансформації в різних країнах є ключовими для пояснення того, чому вплив на виробництво викопних палив і атомної енергії був швидшим у Європі порівняно з іншими країнами, причому Німеччина продемонструвала найпомітніший і драматичний вплив [1]. Для України досить корисним є досвід Східної Німеччини, яка здійснювала реформи комунального сектора через акціонування надрегіональних підприємств та побудову системи ефективного муніципального самоврядування, що об'єднує досить велику кількість послуг, які отримали назву «багатосторонні комунальні послуги»

(Multi-utility). Крім основних видів послуг, муніципальні підприємства включили до своїх пакетів: прибирання прибудинкових територій, вивезення сміття та утилізацію відходів, обслуговування внутрішньобудинкової інфраструктури, управління обладнанням телекомунікації. Одним із акцентів реформування комунального сектора Східної Німеччини була розробка і впровадження спеціального програмного забезпечення, що дозволяє точно прорахувати споживання, миттєво контролювати споживання і здійснення оплати [23].

Останні роки в багатьох країнах світу реформування комунального сектора пов'язане з переходом на чисті та відновлювані джерела енергії, такі як вітрові турбіни та сонячні батареї для виробництва електроенергії.

Дослідження даних Міжнародного енергетичного агентства щодо динаміки виробництва та споживання електроенер-

гії показує, що країни світу відрізняються тенденціями динаміки виробництва електроенергії з кінця XX до початку XXI ст. Відповідно їх можна поділити на 4 групи, які характеризуються: 1) стабільним зростанням (Німеччина, Франція, Австрія, Польща та ін., із країн Азії варто додати Китай, на окрему увагу заслуговують США [23]); 2) інтенсивним зростанням (Італія, Іспанія, Греція, Ірландія та ін., окремо варто розглядати Велику Британію); 3) нестабільною динамікою (Норвегія, Швейцарія, Данія, Фінляндія та ін.); 4) падінням виробництва на початку 1990-х років і подальшим зростанням (деякі постсоціалістичні країни).

Розглянемо основні показники, що характеризують виробництво електроенергії та її споживання у комунальному секторі в країнах Альянсу ГІСУ [24]. На рис. 1 наведено динаміку виробництва електроенергії досліджуваних країн за 2012–2021 рр.

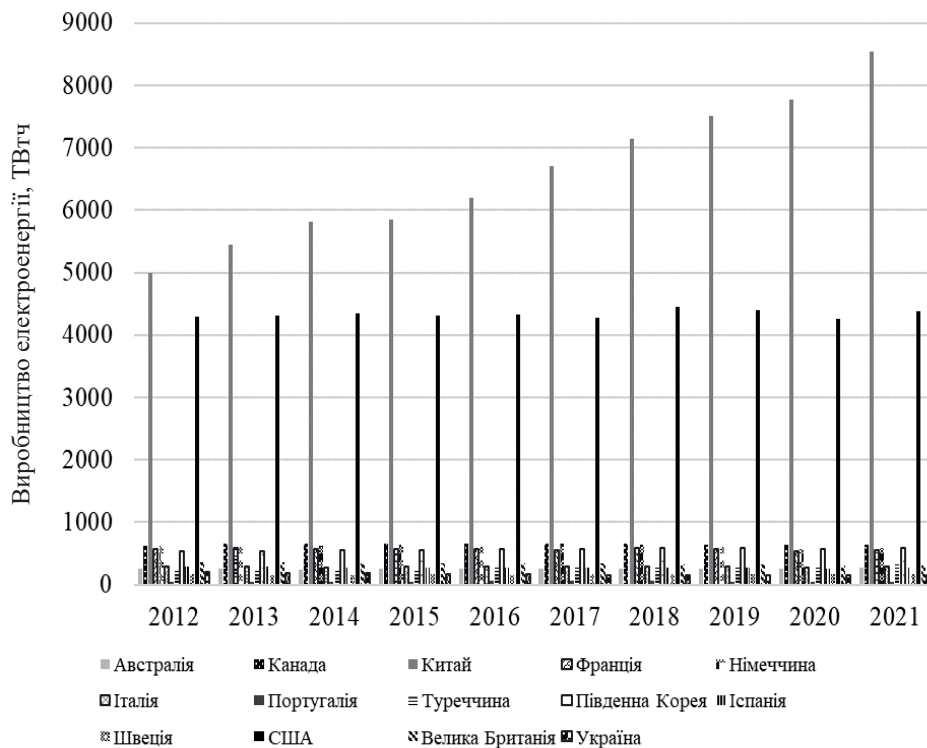


Рис. 1. Динаміка виробництва електроенергії досліджуваних країн за 2012–2021 рр. [26]

Як видно з наведених даних (рис. 1), безумовними лідерами виробництва електроенергії протягом всього досліджуваного періоду є КНР і США. З 2012 по 2021 рр. виробництво електроенергії в КНР збільшилося майже вдвічі, з 4994 до 8537 ТВтч. У США аналогічний показник зростав повільніше, збільшившись з 4291 до 4381 ТВтч. Серед країн із значними обсягами виробництва електроенергії слід відзначити Канаду, Німеччину, Францію і Південну Корею. Стійкі тенденції щодо зростання виробництва електроенергії спостерігаються в Австралії, Туреччині, Швеції. В Україні, починаючи з 2015 р., постійно зменшуються обсяги виробництва. Найнижчий рівень прийшовся на 2020 р. – 148 ТВтч. Серед досліджуваних країн найнижчий обсяг виробництва електроенергії має Португалія, діапазон коливань виробництва в якій від 47 ТВтч у 2012 р. до - 60 ТВтч у 2016 і 2018 рр.

Аналіз енергоємності ВВП досліджуваних країн показав, що найбільші виробники електроенергії мають і більш високі показники енергоємності ВВП (рис. 2).

Як і з виробництва, безумовним лідером є КНР, у якій енергоємність ВВП коливається від 0,196 до 0,144 кг н.е./\$. Слід зазначити, що протягом усього досліджуваного періоду Китай демонструє позитивну тенденцію зменшення енергоємності ВВП. Досить високі показники енергоємності ВВП має Південна Корея, також демонструючи тенденцію до зменшення з 0,153 (2012 р.) до 0,133 кг н.е./\$ (2020 р.) і 0,134 кг н.е./\$ (2021 р.). У Канаді енергоємність ВВП коливається від 0,183 (2017 р.) до 0,168 кг н.е./\$ (2021р.). Серед країн з найнижчими значеннями енергоємності ВВП слід відзначити Туреччину (0,07-0,062 кг н.е./\$), Італію (0,071-0,064кг н.е./\$), Німеччину (0,074-0,07 кг н.е./\$), Португалію (0,071-0,062 кг н.е./\$), Іспанію (0,08-0,067 кг н.е./\$), Велику Британію (0,075-0,053 кг н.е./\$). Акцентуємо увагу, що Україна за досліджуваний період продемонструвала найбільший скачок щодо покращання ситуації з енергоємністю ВВП. Якщо у 2012 р. цей показник дорівнював 0,237 кг н.е./\$, то у 2019 і 2020 рр. – 0,076, у 2021 р. – 0,077 кг н.е./\$.

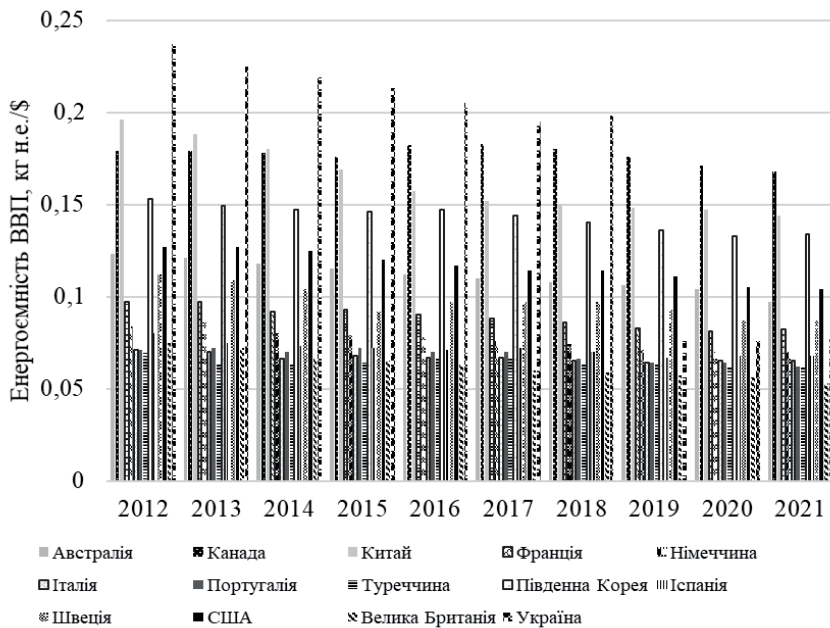


Рис. 2. Динаміка енергоємності досліджуваних країн за 2012–2021рр. [27]



Характеризуючи енергоємність ВВП (рис. 2), слід звернути увагу й на той факт, що ціни на енергоносії в останні роки демонструють постійне зростання. З 2022 р. зростання цін на енергоносії обумовлюється ще більш складним фактором військової агресії РФ в Україні. У визначенні цін на електроенергію одну з вирішальних ролей відіграє природний газ, який російська федерація використовує як один з основних інструментів тиску на європейські країни. Зростання цін обумовлює нагальну потребу у реформах енергетичного сектора і сектора комунального господарства як одного з основних споживачів електроенергії в більшості країн світу.

Наведені дані (рис. 3) свідчать про те, що ціни на електроенергію у Німеччині зростали постійно, і в IV кварталі 2021 р. індекс цін досяг 129% порівняно з базовим 2015 р. Значні темпи зростання цін на електроенергію спостерігаються й у Франції. У IV кварталі 2021 р. індекс цін на електроенергію у Франції дорівнював 124%. Меншими темпами зростали ціни на електроенергію в Італії та Великій

Британії. Стабільна тенденція зростання у цих країнах спостерігається з II кварталу 2020 р.

Привертає увагу також показник побутового споживання електроенергії (рис. 4). На фоні зменшення енергоємності ВВП показник побутового споживання електроенергії в КНР, як і обсяг її виробництва за досліджуваний період, зріс майже вдвічі – з 4326 (2012 р.) до 7714 ТВтч (2021 р.). США також є лідерами побутового споживання, обсяги якого коливались в діапазоні від 3803 до 4043 ТВтч. До країн з досить високим рівнем споживання електроенергії слід віднести Канаду (527–562 ТВтч), Німеччину (490–538 ТВтч), Південну Корею (493–553 ТВтч), Францію (420–454 ТВтч). В Україні побутове споживання електроенергії скоротилося з 150 до 117 ТВтч. Слід зазначити, що одним із факторів зменшення обсягів споживання з 2014 р. була анексія Криму і частини територій Сходу України. Як із обсягами виробництва, найнижчі показники побутового споживання електроенергії продемонструвала Португалія (46–49 ТВтч).

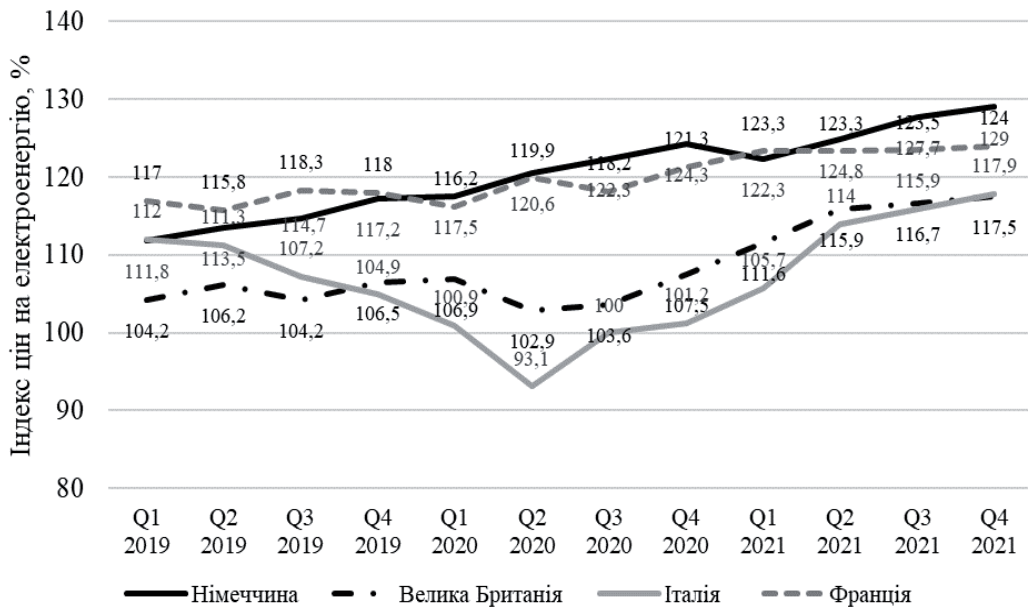


Рис. 3. Динаміка індексу цін на електроенергію в Німеччині, Великій Британії, Італії та Франції за 2019–2021 рр. [28]

Динаміка побутового використання електроенергії, наведена на (рис. 4), показує споживання електроенергії комунальними підприємствами країн Альянсу ГІСУ [24], й дозволяє виявити відмінності у ступені їх електроенергетичної незалежності. Ці відмінності відображаються в поділі країн на електроенергодостатні та електроенергодефіцитні з переважанням останніх. Щодо

країн Альянсу ГІСУ, до електроенергодостатніх з найвищими показниками слід віднести Китай (сальдо торгового енергетичного балансу зросло з 467 до 803 млн т н.е.), Німеччину (сальдо коливається від 208 до 182 млн т н.е.), Південну Корею (сальдо коливається від 229 до 239 млн т н.е. Електроенергодефіцитними є Австралія і Канада, й з 2019 р. США (рис. 5).

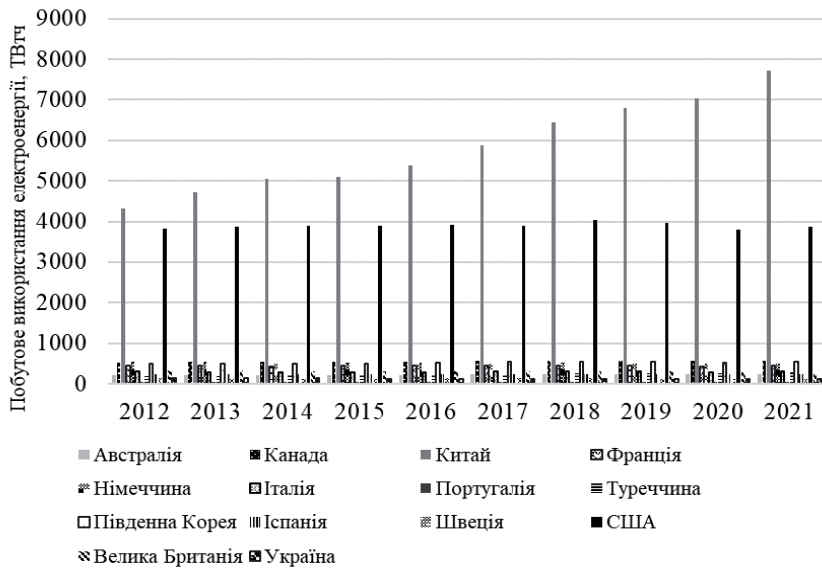


Рис. 4. Динаміка побутового використання електроенергії в досліджуваних країнах за 2012–2021 рр. [29]

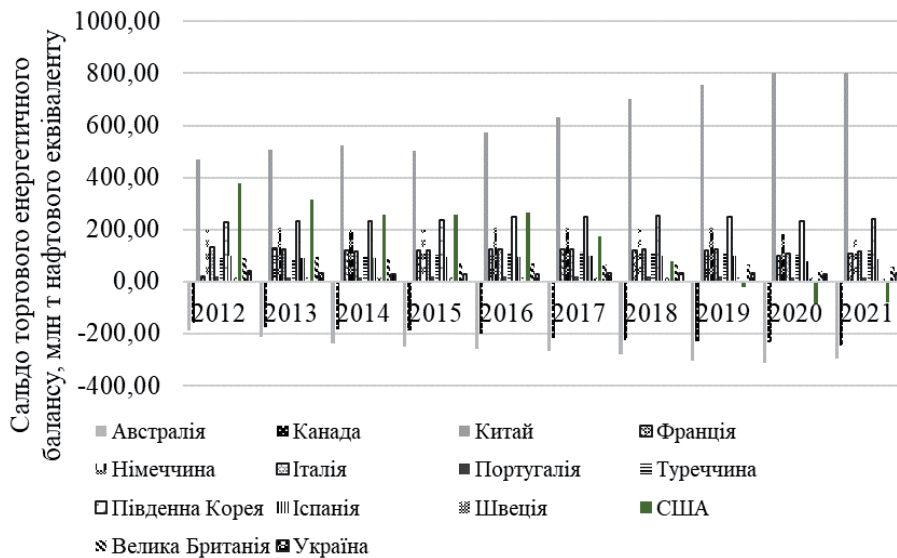


Рис. 5. Торговий енергетичний баланс досліджуваних країн за 2012–2021 рр. [30]

З метою зниження навантаження на електроенергетику країн треба диверсифікувати виробництво енергії, збільшуючи частку альтернативних джерел енергії. Спочатку потрібно навчитися значно ефективніше використовувати енергію, щоб скоротити її споживання; паралельно з цим необхідно переводити енергетику на поновлювані джерела. Багато ефективних технологій вже доступні, наприклад, світлодіодні лампочки замість звичайних. Що стосується кондиціонування повітря та опалення, прийнятний рівень комфорту при дуже низькому рівні споживання енергії можуть забезпечити так звані «пасивні будинки». Електричні транспортні засоби, нарешті, стають дедалі більше популярними. Ще одним з позитивних наслідків є те, що з'являються нові можливості працевлаштування, якщо заохочуватимуться інвестиції у відновлювану енергетику. Більше людей буде працевлаштованими, легше буде задовольнити базові потреби населення, зменшиться бідність [20]. У сільській місцевості, де можливості обмежені, відсутність доступу до сучасних джерел енергії посилює бідність. Розширення доступу до електроенергії має бути частиною державної політики, спрямованої на викорінення бідності [7; 21].

Сектор комунального господарства та електроенергетики очікує радикальної трансформації у XXI ст. Геополітика посилює тиск на витрати, тоді як розподілена відновлювана генерація, нові цифрові технології та зміна очікувань споживачів створюють новий енергетичний світ, який є більш конкурентним і складним. Виживання комунальних підприємств залежить від їх здатності розвивати нові можливості, різні бізнес-моделі та мислення, зосереджене на використанні відновлюваних джерел енергії (рис. 6).

Серед досліджуваних країн (рис. 6) найбільша частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії спостерігається у Канаді і Швеції [11]. У Канаді ця частка з 59,8% у 2005 р. зросла до 68% у 2020 р., у Швеції з 51,3% у 2005 р. до 67% у 2020 р. Усі інші країни значно відстають від Канади та Швеції, хоча деякі й демонструють досить значні успіхи у використанні відновлюваних джерел. У Німеччині частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії зросла з 6,9 (2005 р.) до 41,5% (2020 р.), у Великій Британії – з 3,4 (2000 р.) до 40,7% (2020 р.), в Португалії – з 18,6 (2005 р.) до 65,5% (2020 р.), в Іспанії – з 15,9 (2005 р.) до 47,1% (2020 р.), в Італії – з 18,2 (2005

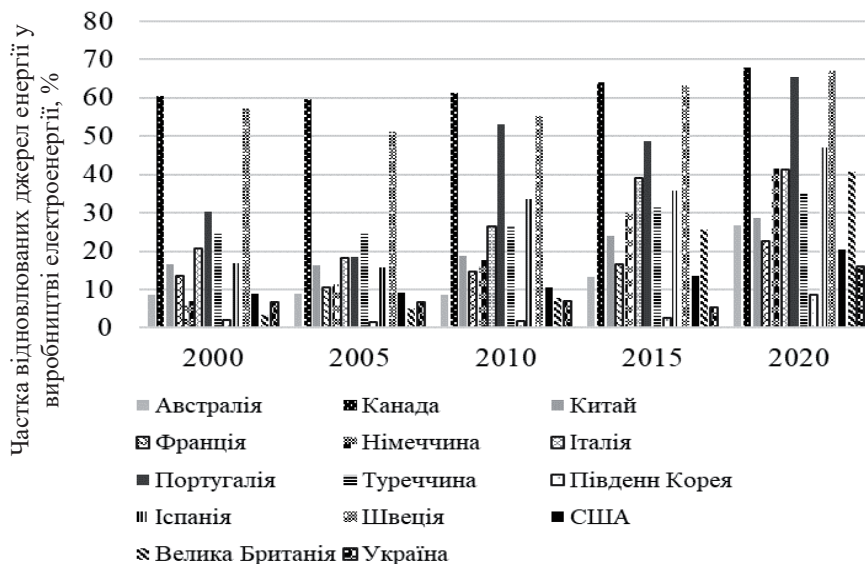


Рис. 6. Динаміка частки відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії, % [31]



р.) до 41,4% (2020 р.), в Туреччині – з 24,5 (2005 р.) до 35,2% (2020р.), в КНР – з 16,2 (2005 р.) до 28,8% (2020 р.). В Україні також спостерігається досить інтенсивне зростання частки відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії. Якщо у 2000-х рр. вона складала 6,3%, то у 2020 р. – 16,1%.

Необхідність зростання частки відновлюваних джерел енергії з кожним днем стає все більш актуальним для всієї економіки України і комунального сектору зокрема. Як вже зазначалось у попередніх дослідженнях авторів [32], в комунальному секторі нашої країни провідну роль відіграють підприємства, що постачають електроенергію, газ, пар, кондиційоване повітря, надають послуги з водопостачання, каналізації, поводження з відходами. Результати аналізу динаміки рентабельності операційної діяльності зазначених підприємств (рис. 7) свідчать, що підприємства, які надають послуги з водопос-

тачання, каналізації, поводження з відходами протягом всього досліджуваного періоду з 2012 по 2020 рр. нерентабельні, підприємства, які постачають електроенергію, газ, пар, кондиційоване повітря, мали невисокий рівень рентабельності (2012–2013 рр., 2016–2019 рр.) або також були нерентабельними (2014–2015 рр, 2020 р).

Фінансовим результатом досліджуваних підприємств у 2020 р. були збитки, які за своїм рівнем є найбільшими, починаючи з 2012 р. (рис. 7). Як бачимо, комунальний сектор України характеризується наявністю досить широкого кола проблем, без розв'язання яких неможливо забезпечити інтенсивну післявоєнну відбудову економіки держави. У першу чергу мова йде про модернізацію матеріально-технічної бази підприємств комунального сектору, впровадження новітніх технологій, програмного забезпечення для підрахунку обсягів споживання, за-

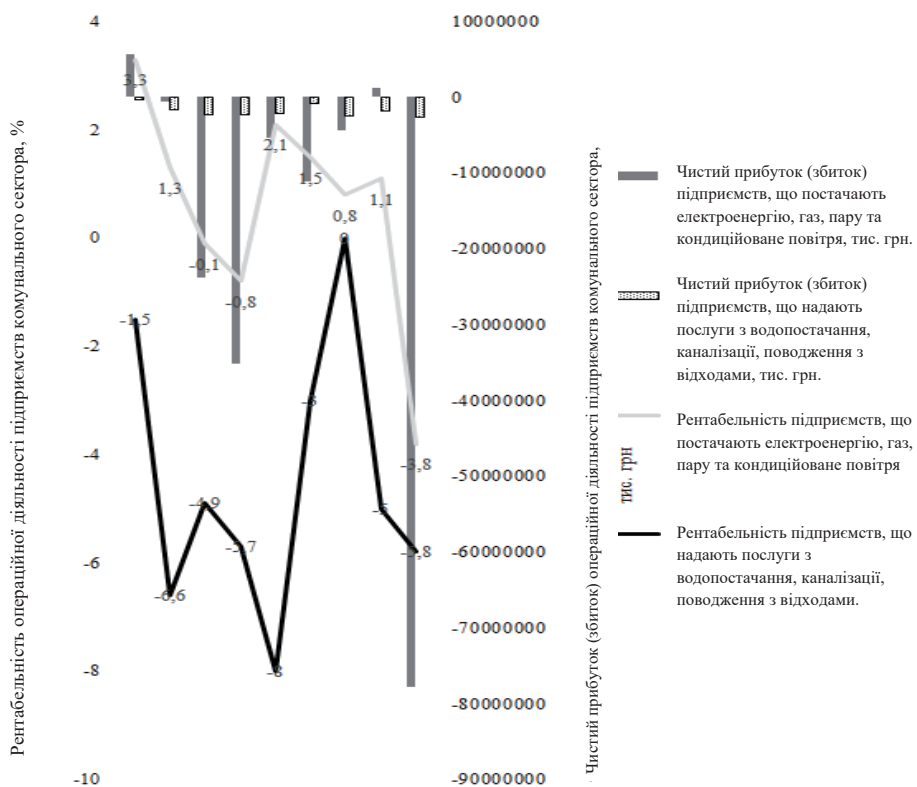


Рис. 7. Фінансовий результат і рентабельність операційної діяльності комунальних підприємств України за 2012–2020 рр. [33; 34]

безпечення прибутковості їх діяльності. Не менш важливими напрямками реформування комунального сектора України є: удосконалення конкурентного середовища, розширення переліку комунальних послуг та підвищення їх якості, впровадження новітніх методик ціноутворення, формування соціального партнерства комунальних підприємств із споживачами та органами місцевого самоврядування.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок.** На підставі проведеного дослідження процесів формування та розвитку комунального сектора окремих країн та аналізу даних Міжнародного енергетичного агентства щодо виробництва, споживання електроенергії, енергоємності ВВП та частки відновлювальних джерел енергії в США, Україні, Канаді, Німеччині, КНР, Австралії, Франції, Португалії, Іспанії, Великій Британії, Туреччині, Швеції, Італії та Південній Кореї запропоновано таку диференціацію:

– країни із стабільним зростанням виробництва і використання електроенергії (США, Китай, Південна Корея),

– країни з інтенсивним зростанням (Франція, Німеччина, Італія, Іспанія, Туреччина, Велика Британія, Австралія),

– країни з нестабільною динамікою (Україна).

За результатами проведеного темпорального аналізу доведено, що країни з найбільшими обсягами виробництва електроенергії демонструють високі показники її побутового споживання. Виявлення тенденцій зростання цін на енергію на фоні високої енерговитратності комунального сектора дозволила дійти висновку про необхідність подальшого розвитку відновлюваної енергетики. Отже, запропонована диференціація може бути використана для розробки методики оцінювання заходів зниження енерговитратності у комунальному секторі та визначення доцільності збільшення частки відновлюваних джерел енергії.

Результати темпорально-ретроспективного оцінювання показали, що країни та регіони Східної Європи відчувають

дедалі більший тиск, потребують збільшення кількості відновлюваних джерел енергії та гарантії того, що граничний термін ЄС щодо вуглецевої нейтральності до 2050 р. буде виконано. Кожна країна долає власні економічні, соціальні та політичні перешкоди на шляху до зеленого майбутнього, з модернізацією дистриб'юторських мереж, розробкою технологій і фінансовими інструментами, призначеними для підтримки їх переходу до економіки з низьким рівнем вуглецю. Такий енергетичний перехід має бути стратегічним вибором будь-якої країни, що посилить міжсекторальний зв'язок (комунальний сектор, сектор видобування сировини та її переробка) та утворить стійкі кластери в економіці, активізує інноваційно-інвестиційну діяльність, покращує рівень життя громадян, тобто до 2050 р. очікується істотне покращання енергетичної ефективності економіки за показником енергоємності ВВП; зростання ролі відновлюваних джерел енергії у виробництві та споживанні енергоресурсів, зокрема досягнення частки відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії на рівні 70%; скорочення викидів парникових газів. Отже, встановлено, що за рахунок підвищення енергоефективності та розвитку внутрішнього виробництва, очікується скорочення імпорту енергоресурсів у 3 рази відносно поточного рівня (станом на 2022 р.), що посилить енергетичну безпеку кожної країни світу, й України також.

Авторами встановлено, що протягом останнього десятиліття на регіон Східної Європи чинився тиск щодо збільшення кількості відновлюваних джерел енергії, й він значно посилиться в наступні роки. Метою ЄС є скорочення викидів на 55% до 2030 р., незважаючи на те, що деякі країни матимуть можливість рухатися трохи повільніше, кінцевий термін досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 р. не дозволяє країнам заспокоїтися.

Авторами зазначено, що завдяки підтримці ЄС і національних урядів ці ринки Східної Європи вже демонструють, що

здатні знаходити інноваційні та амбітні маршрути досягнення мети. У міру того, як кожна країна долає свої економічні, соціальні та політичні перешкоди на шляху до зеленого майбутнього, розповсюджувальні мережі модернізуються, розробляються технології та формуються фінансові інструменти.

Подальші дослідження авторів у зазначеній сфері будуть пов'язані з обґрунтуванням використання технологій Індустрії 1.0, Індустрії 2.0, Індустрії 3.0 у комунальному секторі окремих країн та опису технологій Індустрії 4.0, які можливо використати у енергозабезпеченні та енергозаощадженні у комунальному секторі України.

### Список використаної літератури

1. Paul Nillesen, Michael Pollitt. New Business Models for Utilities to Meet the Challenge of the Energy Transition. *Future of Utilities Utilities of the Future*. Editor(s): Fereidoon P. Sioshansi. Academic Press, 2016. Chapter 15. P. 283–301. ISBN 9780128042496. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804249-6.00015-4>
2. Chris B. Murphy. Utilities and Utilities Sector: What You Need to Know. URL: [https://www.investopedia.com/terms/u/utilities\\_sector.asp](https://www.investopedia.com/terms/u/utilities_sector.asp)
3. Renewable Energy Country Attractiveness Index. [Електронний ресурс]: EYUK-000141491.indd (UK) 09/21. *Artwork by Creative Services Group London*. URL: [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en\\_gl/topics/power-and-utilities/ey-recal-58th-edition-corporate-ppa-index-october-2021.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/power-and-utilities/ey-recal-58th-edition-corporate-ppa-index-october-2021.pdf)
4. Глушенко Я., Корогодова О., Моїсенко Т., Сосновська О., Черненко Н. Фактори консолідації капіталу в банківському секторі в умовах індустрії 4.0 та COVID-19. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2021. №3 (38). С. 4–14. URL: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v3i38.237414>
5. Chris B. Murphy Utilities and Utilities Sector: What You Need to Know. URL: [https://www.investopedia.com/terms/u/utilities\\_sector.asp](https://www.investopedia.com/terms/u/utilities_sector.asp)
6. Barak D. The Impact of Income Inequality, Renewable Energy Consumption, Non-Renewable Energy Consumption and Per Capita Income on Poverty: Evidence from BRICS Economies. *Ekonomika*. 2022. 101 (1). P. 62–83. URL: doi: 10.15388/Ekon.2022.101.1.4
7. Klyvienė V., Kėdaitienė A. The Relationships between Economic Growth, Energy Efficiency and CO2 Emissions: Results for the Euro Area. *Ekonomika*. 2020. 99 (1). P. 6–25. URL: doi: 10.15388/Ekon.2020.1.1
8. Koçak E., Şarkgüneşi A. The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*. 2017. 100. P. 51–57.
9. Inglesi-Lotz R. The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*. 2016. 53. P. 58–63. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003>
10. Narayan S., Doytch, N. An investigation of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth nexus using industrial and residential energy consumption. *Energy Economics*. 2017. 68. 160–176.
11. Bernard Marr. The 3 Biggest Future Trends (And Challenges) In *The Energy Sector*. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/02/11/the-3-biggest-future-trends-and-challenges-in-the-energy-sector/?sh=679ea38a27b7>
12. Войтко С.В., Шатковський О.В. Індикативний підхід оцінювання інвестиційної привабливості країн: сфера відновлюваної енергетики. *Бізнес Інформ*. 2013. № 7. С. 141–148. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf\\_2013\\_7\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2013_7_27)
13. Задоя А.А., Холод Б.И. Макроэкономические пропорции стран Вышеградской группы и Украины: компаративный анализ. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. №5. С. 86–92.

14. Masashi Nakazono. IAEA and China Focus on the Future in First Nuclear Energy Management School in China. URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-and-china-focus-on-the-future-in-first-nuclear-energy-management-school-in-china>
15. May M. Lewerenz HJ., Lackner D. Efficient direct solar-to-hydrogen conversion by in situ interface transformation of a tandem structure. *Nat Commun.* 2015. № 6. P. 82–86. URL: <https://doi.org/10.1038/ncomms9286>
16. Andrew Lee. Japan gets first offshore wind foundation plant to boost local content ambitions. URL: <https://www.rechargenews.com/wind/japan-gets-first-offshore-wind-foundation-plant-to-boost-local-content-ambitions/2-1-1043121>
17. Jarosław Wajer. Why Eastern Europe is stepping up a gear in the drive for net zero. RECAI 58: *Innovative and ambitious routes to becoming low carbon economies are needed if the EU is to achieve its 2050 emissions target.* URL: [https://www.ey.com/en\\_gl/recai/why-eastern-europe-is-stepping-up-a-gear-in-the-drive-for-net-zero](https://www.ey.com/en_gl/recai/why-eastern-europe-is-stepping-up-a-gear-in-the-drive-for-net-zero)
18. Наконечна Вікторія, Марчук Валентин. Зелена енергетика 2.0: чого чекати її виробникам після закінчення війни. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3533739-zelena-energetika-20-cogo-cekati-ii-virobnikam-pisla-zakincenna-vijni.html>
19. Vasi I. B., King B. Technology stigma and secondary stakeholder activism: The adoption and growth of clean power programs in the U.S. utility sector. *Socio-Economic Review.* 2019. № 17 (1). P. 37–61. URL: [https://login.research4life.org/tacsgr1doi\\_10.1093/ser/mwz021](https://login.research4life.org/tacsgr1doi_10.1093/ser/mwz021)
20. Zeb R., Salar L., Awan U., Zaman K., Shahbaz M. Causal links between renewable energy, environmental degradation and economic growth in selected SAARC countries: progress towards green economy. *Renewable Energy.* 2014. № 71. P. 123–132. URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.012>
21. Pereira M.G. Freitas, da Silva M.A.V., N. F. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2010. № 14 (4). P. 1229–1240. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.12.013>
22. Haninun Haninun. Environmental Disclosure on Cost of Capital: Environmental Risk as a Moderator Variable / Haninun Haninun, Lindrianasari Lindrianasari, Susi Sarumpaet, Agrianti Komalasari, Ardi Gunardi. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S. l]. 2019. №10. n. 3. Pp. 530-537. ISSN 2068-7729. URL: [https://doi.org/10.14505/jemt.v10.3\(35\).08](https://doi.org/10.14505/jemt.v10.3(35).08)
23. German Energiewende. URL: <https://energytransition.org/>
24. Guangzhou International Sister-City Universities Alliance (GISU). URL: <http://gisu.gzhu.edu.cn/>
25. Utilities: NAICS 22. Bureau of Labor Statistics. Data Tools. Customized Tables. Industry at a Glance. URL: <https://www.bls.gov/iag/tgs/iag22.htm>
26. Electricity production / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>
27. Energy intensity / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>
28. European Power & Utilities Report Insights on key trends in the European Power & Utilities Industry KPMG Global Energy Institute Q4 2021. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/06/european-power-utilities-report-q4-2021.pdf>
29. Electricity domestic consumption / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
30. Energy balance of trade / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-import-export-statistics.html>
31. Share of renewables in electricity production. *World energy and Climate Statistics – Yearbook 2022.* URL: <https://yearbook.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>



32. Корогодова О.О., Моїсеєнко Т.Є., Глушенко Я.І., Черненко Н.О. Вплив мега-тенденцій на частку енергетики у комунальному секторі окремих країн. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2022. № 22. URL: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.22.2022.259796>

33. Рентабельність операційної та всієї діяльності підприємств за видами економічної діяльності. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

34. Чистий прибуток (збиток) підприємств за видами економічної діяльності з розподілом на великі, середні, малі та мікропідприємства за 2010–2020 роки. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

## References

1. Paul Nillesen, Michael Pollitt, Chapter 15 - New Business Models for Utilities to Meet the Challenge of the Energy Transition, Editor(s): Fereidoon P. Sioshansi, *Future of Utilities Utilities of the Future*, Academic Press Publ., 2016, pp. 283-301, ISBN 9780128042496. doi: 10.1016/B978-0-12-804249-6.00015-4.

2. Chris, B. Murphy Utilities and Utilities Sector: What You Need to Know. Available at: [https://www.investopedia.com/terms/u/utilities\\_sector.asp](https://www.investopedia.com/terms/u/utilities_sector.asp)

3. Renewable Energy Country Attractiveness Index. EYUK-000141491.indd (UK) 09/21. Artwork by Creative Services Group London. Available at: [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en\\_gl/topics/power-and-utilities/ey-recai-58th-edition-corporate-ppa-index-october-2021.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/power-and-utilities/ey-recai-58th-edition-corporate-ppa-index-october-2021.pdf)

4. Hluschenko, Ya., Korohodova, O., Moiseienko, T., Sosnovs'ka, O., & Chernenko, N. (2021). Faktory konsolidatsiy kapitalu v bankivs'komu sektori v umovakh Industriy 4.0 ta Covid-19 [The banking sector capital consolidation factors in Industry 4.0 and Covid-19 conditions]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2021, 3(38), pp. 4-14. Available at: doi: 10.18371/fcaptp.v3i38.237414 (In Ukrainian).

5. Chris B. Murphy Utilities and Utilities Sector: What You Need to Know. Available at: [https://www.investopedia.com/terms/u/utilities\\_sector.asp](https://www.investopedia.com/terms/u/utilities_sector.asp)

6. Barak, D. The Impact of Income Inequality, Renewable Energy Consumption, Non-Renewable Energy Consumption and Per Capita Income on Poverty: Evidence from BRICS Economies, *Ekonomika*, 2022, 101(1), pp. 62-83. doi: 10.15388/Ekon.2022.101.1.4.

7. Klyvienė, V., Kėdaitienė, A. The Relationships between Economic Growth, Energy Efficiency and CO2 Emissions: Results for the Euro Area, *Ekonomika*, 2020, 99(1), pp. 6-25. doi: 10.15388/Ekon.2020.1.1.

8. Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 2017, 100, pp. 51-57.

9. Inglesi-Lotz, R. The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 2016, 53, pp. 58-63. doi: 10.1016/j.eneco.2015.01.003

10. Narayan, S., & Doytch, N. An investigation of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth nexus using industrial and residential energy consumption. *Energy Economics*, 2017, 68, pp. 160-176.

11. Bernard Marr. The 3 Biggest Future Trends (And Challenges) In The Energy Sector. Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/02/11/the-3-biggest-future-trends-and-challenges-in-the-energy-sector/?sh=679ea38a27b7>

12. Vojtko, S.V., Shatkovs'kyj O.V. Indykatyvnyj pidkhid otsiniuvannia investytsijnoi pryvablyvosti krain: sfera vidnovliuvanoi enerhetyky [Indicative Approach to Assessing Investment Attractiveness of Countries: the Sphere of Renewable Energy]. *Business Inform*, 2013, no. 7, pp. 141-148. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf\\_2013\\_7\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2013_7_27) (In Ukrainian).



13. Zadoia, A.A. Kholod, B.Y. Makroekonomycheskye proporsyy stran Vyshehradskoj hruppy y Ukrainy: komparatyvnyj analiz [Macroeconomic proportions in the Visegrad countries and Ukraine: comparative analysis]. *Actual problems of economics*, 2015, no. 5, pp. 86-92 (In Ukrainian).

14. Masashi Nakazono IAEA and China Focus on the Future in First Nuclear Energy Management School in China. Available at: <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-and-china-focus-on-the-future-in-first-nuclear-energy-management-school-in-china>

15. May, M., Lewerenz, HJ., Lackner, D. et al. Efficient direct solar-to-hydrogen conversion by in situ interface transformation of a tandem structure. *Nat Commun* 6, 8286 (2015). doi: 10.1038/ncomms9286

16. Andrew Lee. Japan gets first offshore wind foundation plant to boost local content ambitions. Available at: <https://www.rechargenews.com/wind/japan-gets-first-offshore-wind-foundation-plant-to-boost-local-content-ambitions/2-1-1043121>

17. Jarosław Wajer. Why Eastern Europe is stepping up a gear in the drive for net zero. RECAI 58: Innovative and ambitious routes to becoming low carbon economies are needed if the EU is to achieve its 2050 emissions target. Available at: [https://www.ey.com/en\\_gl/recai/why-eastern-europe-is-stepping-up-a-gear-in-the-drive-for-net-zero](https://www.ey.com/en_gl/recai/why-eastern-europe-is-stepping-up-a-gear-in-the-drive-for-net-zero)

18. Nakonechna, V., Marchuk, V. Zelena enerhetyka 2.0: choho chekaty ii vyrobnykam pislia zakinchennia vijny [Green energy 2.0: what to expect its manufacturers after the end of the war]. Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3533739-zelena-energetika-20-cogo-cekati-ii-virobnikam-pisla-zakincenna-vijni.html>

19. Vasi, I.B., King, B. Technology stigma and secondary stakeholder activism: The adoption and growth of clean power programs in the U.S. utility sector. *Socio-Economic Review*, 2019, 17(1), pp. 37-61 doi: 10.1093/ser/mwz021

20. Zeb, R., Salar, L., Awan, U., Zaman, K., & Shahbaz, M. Causal links between renewable energy, environmental degradation and economic growth in selected SAARC countries: progress towards green economy. *Renewable Energy*, 2014, 71, pp. 123–132. doi: 10.1016/j.renene.2014.05.012

21. Pereira, M.G., Freitas, M.A.V., & da Silva, N.F. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14(4), pp. 1229-1240. doi: 10.1016/j.rser.2009.12.013

22. Haninun, Haninun et al. Environmental Disclosure on Cost of Capital: Environmental Risk as a Moderator Variable. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 530-537, July 2019. ISSN 2068-7729. Available at: <<https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/3755>>. Date accessed: 30 Aug. 2022. doi: 10.14505//jemt.v10.3(35).08.

23. German Energiewende Available at: <https://energytransition.org/>

24. Guangzhou International Sister-City Universities Alliance (GISU) Available at: <http://gisu.gzhu.edu.cn/>

25. Utilities: NAICS 22. Bureau of Labor Statistics. Data Tools. Customized Tables. Industry at a Glance. Available at: <https://www.bls.gov/iag/tgs/iag22.htm>

26. Electricity production / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. Available at: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html> (accessed 15 August 2022).

27. Energy intensity / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. . Available at: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html> (accessed 15 August 2022).

28. European Power & Utilities Report Insights on key trends in the European Power & Utilities Industry KPMG Global Energy Institute Q4 2021 Available at: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/06/european-power-utilities-report-q4-2021.pdf>

29. Electricity domestic consumption / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. Available at: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html> (accessed 15 August 2022).

30. Energy balance of trade / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. Available at: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-import-export-statistics.html> (accessed 15 August 2022).

31. Share of renewables in electricity production / World energy and Climate Statistics - Yearbook 2022. Available at: <https://yearbook.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html> (accessed 15 August 2022).

32. Korohodova, O.O., Moiseienko, T.Ye., Hlushchenko, Ya.I., Chernenko, N.O. Vplyv mehatendentsij na chastku enerhetyky u komunal'nomu sektori okremykh krain [Impact of megatrends on the share of energy in the utility sector of individual countries.]. *Ekonomichnyj visnyk NTUU «KPI»* 2022. Vol. 22. doi: 10.20535/2307-5651.22.2022.259796 (In Ukrainian)

33. Rentabel'nist' operatsijnoi ta vsiiei diial'nosti pidprijemstv za vydamy ekonomichnoi diial'nosti [Profitability of operating and all activities of enterprises by types of economic activity]. State statistics Services of Ukraine. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 15 August 2022). (In Ukrainian)

34. Chystyj prybutok (zbytok) pidprijemstv za vydamy ekonomichnoi diial'nosti z rozpodilom na velyki, seredni, mali ta mikropidprijemstva za 2010-2020 rokyjnoi ta vsiiei diial'nosti pidprijemstv za vydamy ekonomichnoi diial'nosti [Net profit (loss) of enterprises by type of economic activity with distribution into large, medium, small and micro enterprises for 2010-2020, annual and all activities of enterprises by type of economic activity]. State statistics Services of Ukraine Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 15 August 2022) (In Ukrainian)

#### TEMPORAL-RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE UTILITY SECTOR AND THE USE OF ENERGY IN IT

*Natalia O. Chernenko*, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv (Ukraine)

E-mail: [slava22ukraine22@gmail.com](mailto:slava22ukraine22@gmail.com)

*Yaroslava I. Hlushchenko*, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv (Ukraine)

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

*Olena O. Korohodova*, National Technical University of Ukraine „Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute“, Kyiv (Ukraine)

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

*Tetiana Ye. Moiseienko*, National Technical University of Ukraine „Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute“, Kyiv (Ukraine)

E-mail: [t.e.moiseenko@gmail.com](mailto:t.e.moiseenko@gmail.com)

DOI: 10.32342/2074-5354-2022-2-57-18

**Key words:** *utility sector, energy, public economy, green economy, utility enterprises, temporal retrospective analysis, renewable energy sources.*

This article examines the problems associated with the formation and development of the utility sector in individual countries, as well as the use of energy in this sector. According to the temporal retrospective analysis, the authors have provided recommendations for ensuring the sustainable development of the utility sector in a variety of countries by reducing energy intensity and energy consumption, introducing green technologies, and taking into account the structure of the utility sector's energy consumption. The article explores the dynamics of electricity production for 2012-2021 in China, the United Kingdom, the United States, and some European countries, as well as differences in the degree of electricity independence among them. These differences are reflected in the division of countries into electricity-sufficient and electricity-deficient countries, with a predominance of the latter. A study of the dynamics of energy consumption from 2012 to 2021 has been presented by the authors in

order to estimate the level of fuel consumption per unit of the gross domestic product produced by the country. According to the analysis performed, the dynamic of electricity price indexes for Germany, Great Britain, Italy, and France for 2019-2021 indicates that the high cost of energy threatens both the availability of basic energy requirements for the utility sector and the competitiveness of the entire industry. Excessive energy production costs automatically increase the prices of goods and services for all utility consumers. Analysis of the dynamics of household electricity use for 2012-2021 has revealed trends towards diversification and an increase in the share of alternative energy sources in the total volume of energy consumption. The dynamics of the share of renewable energy sources in the total electricity production analyzed by the authors indicate that the provision of energy services and energy consumption should be more efficient and energy-saving. A statement of the problem of utility sector use and its connection with important scientific or practical tasks has been proposed in the article. The utility sector depends significantly on the political context and the public trust factor of society. It represents an important part of the economy and is characterized by the presence of multilateral connections with other spheres of the social economy. In many countries, the utility sector is represented by public services. Considering this, the authors have noted that it must be regulated quite strictly. Clearly defined property rights are a significant factor influencing the process of reforming the utility sector. The article stresses that one of the characteristics of the utility sector is its attachment to individual use by end users and its reliance on electricity. In addition, the authors have emphasized that scarcity of resources, relevant geopolitics, and the economy of a particular country, as well as agreements on the supply of gas, oil, and coal influence the politics of the electricity market globally.

*Одержано 9.09.2022.*