DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-45

УДК 338.984

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

MODELING OF ENERGY DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECONSTRUCTION

Капустян Володимир Омелянович
учений, доктор фізико-математичних наук, професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1987-5953

Параніч Аліна Григорівна
студентка,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1724-7715

Kapustyan Volodymyr, Paranich Alina
National Technical University of Ukraine
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Стаття присвячена актуальному питанню післявоєнного відновлення України у напрямку енергетичного розвитку. Враховуючи досить складну нинішню ситуацію в країні визначена необхідність аналізу стану енергетичної системи та наслідків ворожих атак. Здійснено аналіз економічного стану України та зміну рівня ВВП порівняно з попередніми роками. Досліджено причинного-наслідкові зв'язки повномасштабного вторгнення на сферу енергетики, яка являється критичною інфраструктурою. Запропоновано прогнозні моделі, що містять динамічний характер формуючи сценарії розвитку енергетичного стану України в період війни та за її відсутності. Описано рекомендації та комплекс заходів по кожному із напрямків енергетики, які спрямовані на адаптацію та стабілізацію енергетичної ситуації, що в перспективі сприятиме розвитку «зеленої» енергетики.

Ключові слова: енергетична система, критична інфраструктура, післявоєнне відновлення, міжнародні інвестиції, прогнозна модель.

The article is devoted to the topical issue of post-war reconstruction of Ukraine in the direction of energy development. Given the rather difficult current situation in the country, the need to analyze the state of the energy system and the consequences of enemy attacks is determined. It is determined that in 2022 the average daily electricity consumption in Ukraine decreased by an average of 39% compared to 2021. Accordingly, the economic situation in Ukraine and changes in the level of GDP compared to previous years were analyzed. Official data show that the reduction in electricity consumption entailed a drop in gross domestic product by at least 30%. The causal links of the full-scale invasion of the energy sector, which is a critical infrastructure, are established. The experience of post-war reconstruction of European countries, which was due to financial support and orientation to market relations, is investigated. Forecast models are proposed that contain a dynamic nature, forming scenarios for the development of the energy situation in Ukraine during the war and in its absence. To build the models, official data on factors that directly affect electricity consumption and expert forecasts were used. The purpose of the proposed models is to forecast the situation of the energy sector in which Ukraine will be after the war. The analysis of the current situation gives an understanding of the direction in which it is necessary to move to restore and stabilize the critical infrastructure. The recommendations and a set of measures for each of the energy sectors are described, which are aimed at adapting the proposed strategic model, which in the long term will facilitate the implementation of the structure in the post-war recovery. It is recommended to invest in "green" energy, as the country has all the necessary resources. It is necessary to develop a state policy on human capital in the energy sector, including new methods of training and retraining technicians and engineers. It is also recommended to conduct a full audit of state-owned energy companies and change their human resources policy and working conditions.

Keywords: energy system, critical infrastructure, post-war recovery, international investment, predictive model.

© Капустян В.О., Параніч А.Г.

Постановка проблеми. Повномасштабна війна Росії проти України призвела до безпрецедентної соціально-гуманітарної катастрофи, що понесло за собою негативний вплив на економіку країни. На сьогоднішній день досить складно в повній мірі оцінити наслідки цього військового злочину державитерориста, оскільки вторгнення продовжується.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на успіх країн повоєнної відбудови європейських країн, то він був зумовлений не лише фінансовою підтримкою та орієнтацією на ринкові відносини, а й само мотивацією визволених народів, що проявилася, зокрема, у нульовій толерантності до корупції та утвердженні верховенства права через створення незалежної судової влади. Однак не всі країни, які стали на шлях післявоєнної відбудови, вподобали такий підхід.

Беручи до уваги Японію, котра під час війни втратила понад 70% своїх промислових активів, спочатку зосередилася на консолідації та вивченні найкращих доступних технологій, що наразі зробило її однією з країн-світових лідерів. Згодом у 1951 році такий досвід перейняли такі країни, як Франція, ФРН, Італія, Бельгія, Нідерланди та Люксембург, які створили Європейське об'єднання вугілля і сталі. Пізніше ця організація трансформувалася в сучасну економічну модель ЄС [3].

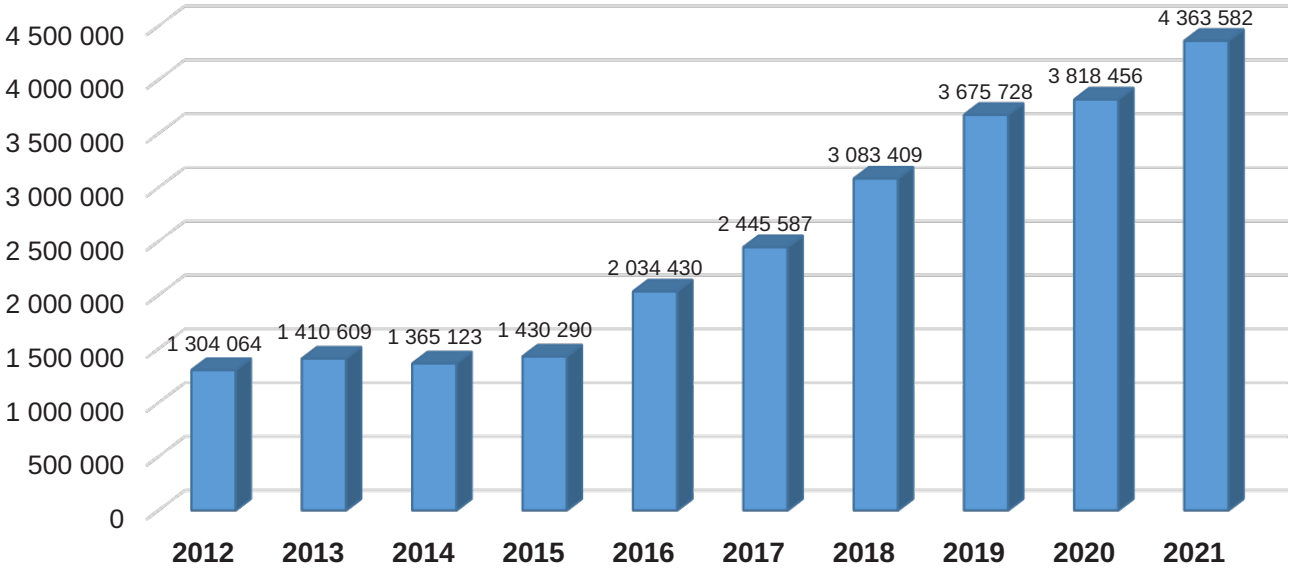
Стан та перспективи енергетичного сектору України досліджували такі вчені, як Калінчик В. П., Мельник В. В., Білявський М., Кухар М., Кукуруза Г., Довгаль С., Пантюхов А. та інші. Однак на сьогоднішній день питання моделювання енергетичних напрямків в післявоєнний період являється одним з найважливіших для відновлення та забезпечення ефективного функціонування країни.

Метою даного дослідження є виявлення та аналіз основних проблем в енергетичному секторі та реалізація прогнозної моделі структурних перетворень в період післявоєнного відновлення.

Виклад основного матеріалу. Офіційні дані свідчать про різке зменшення споживання електроенергії, що понесло за собою падіння валового внутрішнього продукту щонайменше, як на 30% [1]. Проводячи аналіз середньодобового використання електроенергії в Україні варто зазначити, що у 2022 році відслідковується спадання в середньому на 31% порівнюючи з 2021 роком. Досліджуючи ВВП України варто звернути увагу на те, що починаючи з 2000 років воно стабільно зростає, а в грудні 2008 року досягнув 74,2% від початку здобуття незалежності.

У зв'язку з Світовою фінансовою кризою та її наслідками у 2009 році темпи зростання національної економіки сповільнилися. Починаючи з 2014 року ВВП України почав знижуватися через анексію Автономної Республіки Крим та окупацію окремих районів Донецької і Луганської областей [2].

Завдяки підтримці міжнародних фінансових організацій ситуація стабілізувалася таким чином, що до 2019 року добробут громадян нашої країни повернувся до докризового рівня 2008 року. Центр економічних та бізнес-досліджень прогнозував, що в період з 2021 по 2036 рік Україна може піднятися з



Графік 1.1. Реальний ВВП України млн грн (в цінах попереднього року)

55-го на 53-тє місце в рейтингу світових економік. Однак розв'язана війна в 2022 році внесла свої корективи, тому наразі постає задача виведення фінансових показників на довоєнний період [5].

Беручи до уваги досвід світових країн, доцільно зазначити, що для відродження української економіки необхідно прийняти курс вуглецево-нейтральної політики в енергетичному секторі, з метою досягнення щорічного зростання ВВП на 5% шляхом подолання імпортозалежності за рахунок доступності найкращих технологій, диверсифікації, децентралізації та модернізації. Дослідження існуючих стратегій декарбонізації економіки, основою яких були цілі сталого розвитку ООН, дозволяють виділити п'ять основних напрямки післявоєнної відбудови України: постачання первинної енергії, інфраструктура, ринки, споживачі, методологічне та кадрове забезпечення промисловості [4].

Застарілий технічний стан української енергетичної інфраструктури, недостатні державні субсидії та висока заборгованість за спожиті ресурси, з кожним роком сприяють поглибленню економіко-соціальної кризи та зменшують рівень енергетичної безпеки в Україні. Тому на наступні роки стоїть завдання розробити новий профіль енергетичного сектору України у післявоєнний період з метою забезпечення економіки сучасними, паливно-енергетичними ресурсами у технологічний, безпечний, економічно ефективний та екологічний спосіб в інтересах споживачів і всього світового суспільства [6].

Для розробки ефективної стратегії відбудови енергетичної системи варто оцінити та спрогнозувати сценарії розвитку на найближчий період. Завдяки яким можна буде зрозуміти в якому стані опиниться досліджувана галузь по закінченню війни та з чого потрібно починати відбудову. За основну буде взятий напрямок електроенергії, який станом на листопад 2023 року знаходиться в критичній ситуації через масові обстріли його інфраструктури.

Перший сценарій розвитку – оптимістичний, за яким побудована лінійна модель множинної регресії. Модель прогнозує залежний показник споживання електроенергії під дією визначених факторів на 2022 рік у випадку, якщо б повномасштабне вторгнення не почалося. Для побудови моделі використані офіційні статистичні дані компанії ДЕТЕК [3].

$$Y_{розрах} = b_0 + b_1 b_x + b_2 b_x + \ldots + b_n x_n . \quad (1.1)$$

Використовуючи лінійну регресію, (формула 1.1.) було визначено досліджуваний показник *y* – споживання електроенергії, млн. кВт/год та фактори *x* котрі на нього впливають на 2022 рік (табл. 2).

Варто зазначити, що лінійна функція множинної регресії визначає показник Фішера, котрий показує якісь та адекватність побудованої моделі.

Таблиця 1

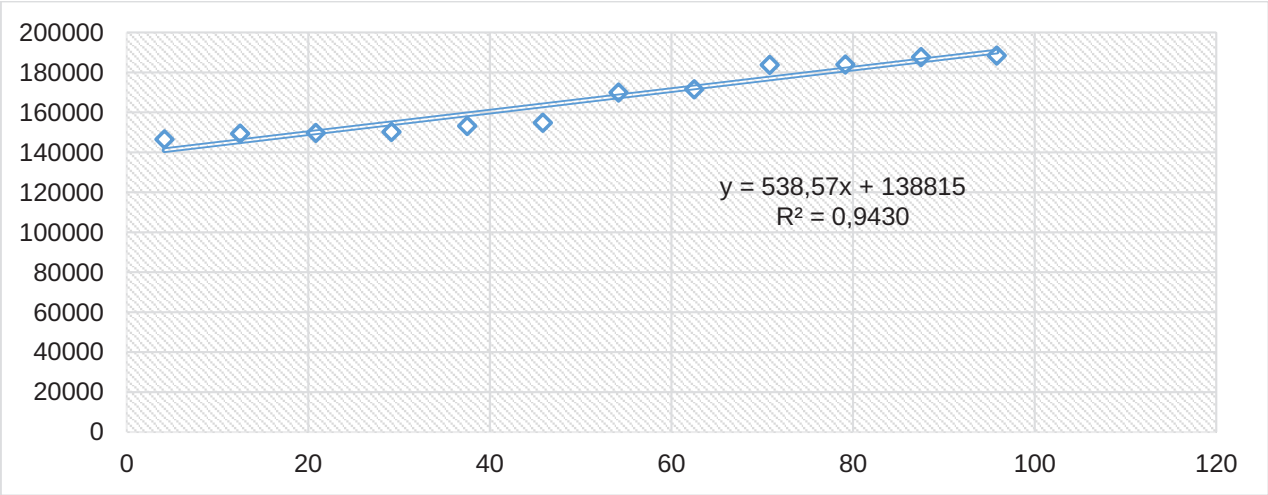
Вихідні офіційні дані показників напрямку електроенергетики України

Рік	Споживання електроенергії, млн.кВт/год	Виробництво електроенергії, млн.кВт/год	Потужність, енергосистеми України, МВт	Енергоємність виробництва електроенергії тис. т н.е.	Вартість за 1 кВт/год
2010	183 909	191 657	53 162	0,245	0,24
2011	187 647	193 990	53 311	0,222	0,36
2012	188 458	193 601	53 778	0,214	0,36
2013	183 732	181 900	54 505	0,203	0,36
2014	171 507	181 945	55 079	0,198	0,42
2015	169 879	157 265	50 883	0,187	0,79
2016	149 346	154 817	51 326	0,192	1,29
2017	149 726	155 414	51 389	0,177	1,68
2018	153 215	159 351	49 632	0,179	1,68
2019	150 237	153 967	52 788	0,166	1,68
2020	146 439	148 854	54 311	0,167	1,68
2021	154 826	156 576	55 674	0,173	1,68

Таблиця 2

Прогнозовані електроенергії показники на 2022 за оптимістичним сценарієм

Рік	Споживання електро-енергії, млн.кВт/год	Виробництво електро-енергії, млн.кВт/год	Потужність, енерго-системи України, МВт	Енергоємність виробництва електроенергії тис. т н.е.	Вартість за 1 кВт/год	Споживання, млн.кВт/год
2010	183 909	191 657	53 162	0,245	0,24	183 888
2011	187 647	193 990	53 311	0,222	0,36	185 951
2012	188 458	193 601	53 778	0,214	0,36	186 462
2013	183 732	181 900	54 505	0,203	0,36	181 005
2014	171 507	181 945	55 079	0,198	0,42	180 442
2015	169 879	157 265	50 883	0,187	0,79	164 438
2016	149 346	154 817	51 326	0,192	1,29	154 698
2017	149 726	155 414	51 389	0,177	1,68	150 803
2018	153 215	159 351	49 632	0,179	1,68	153 513
2019	150 237	153 967	52 788	0,166	1,68	150 666
2020	146 439	148 854	54 311	0,167	1,68	147 066
2021	154 826	156 576	55 674	0,173	1,68	149 989
2022	**153 148**	154 559	57 584	0,153	1,49	153 148



Графік 1.2. Лінія тренду прогнозованої моделі

Другий сценарій розвитку – реалістичний, побудована динамічна модель показує основні показники електроенергії на кінець 2022 року враховуючи наслідки повномасштабного вторгнення та обстрілів, що спричинили пошкодження. Станом на листопад 2022 пошкоджено 39% енергосистеми України, тому для розрахунку першого показника був застосований відповідний коефіцієнт. Однак варто врахувати також, що акати можуть продовжуватися, тому доцільно спрогнозувати зростання коефіцієнта до 42% на грудень 2022 (табл. 3).

Третій сценарій розвитку – песимістичний сценарій за імітаційним моделюванням. Він реалізованим зважаючи на думки експертів у галузі енергетики. Міністр фінансів прогнозує Сергій Марченко, що війна триватиме весь наступний 2023 рік, тому в державний бюджет наступного року заклав усі можливі ризики. За словами міністра, базою для програми фінансування МВФ можуть бути структурні реформи, що не до кінця реалізовані: антикорупційна, судова реформа, реформа в енергетиці тощо. Пошкодження енергетичної інфраструктури впливатиме на економічну

Таблиця 3

Прогнозовані електроенергії показники на 2022 за реалістичним сценарієм

Рік	Споживання електроенергії, млн.кВт/год	Виробництво електроенергії, млн.кВт/год	Потужність енергосистеми України, МВт	Енергоємність виробництва електроенергії тис. т н.е.	Вартість за 1 кВт/год
2010	183 909	191 657	53 162	0,245	0,24
2011	187 647	193 990	53 311	0,222	0,36
2012	188 458	193 601	53 778	0,214	0,36
2013	183 732	181 900	54 505	0,203	0,36
2014	171 507	181 945	55 079	0,198	0,42
2015	169 879	157 265	50 883	0,187	0,79
2016	149 346	154 817	51 326	0,192	1,29
2017	149 726	155 414	51 389	0,177	1,68
2018	153 215	159 351	49 632	0,179	1,68
2019	150 237	153 967	52 788	0,166	1,68
2020	146 439	148 854	54 311	0,167	1,68
2021	154 826	156 576	55 674	0,173	1,68
2022 листопад	94 444	95 511	33 961	0,106	1,68
2022 грудень	89 799	90 814	32 291	0,100	1,68

динаміку, прогнозує міністр енергетики Германа Галущенко, голова «Укренерго», руйнування енергетичної інфраструктури становить до 40%. Це буде стримувати повернення людей в Україну і впливатиме на активність бізнесу, який в умовах блекауту вимушений коригувати в бік зменшення робочих години.

Експерти вважаю, що на початку 2023 року обстріли зменшаються, оскільки на листопад 2022 року ППО знищують понад 70% ракет. Відслідковуючи динаміку та прогнозуючі поставки ППО ми зможемо знищувати 95% атак рф і недопустимо руйнувань енергосистеми таких масштабів, що були 10 жовтня та 15 листопада. Тому прогнозувати різких скорочень споживання електроенергії не варто. За прогнозами до кінця 2023 розраховувати на початок відновлення енергетичної структури не варто, однак стабілізувати виробництво можливо.

Максимального показника пошкодження енергетика може досягти на рівні до 50% від 2021 року, перебуваючи в такі ситуації Україна зможе частково забезпечувати споживачів електроенергією з періодичними відключеннями та повністю забезпечуючи критичну промисловість при цього не експортуючи електроенергію, рішення про це було прийнято ще 10 жовтня після масового обстрілу. Однак за сценарієм якщо енергетика буде пошкоджена більше аніж на 50% для забезпечення стабільного функціонування Україні доведеться імпортувати електроенергію в інших країн, що посилить світову енергетичну кризу та призведе до зростання вартості на електроенергію на 20% (табл. 4).

Для відновлення енергетичного сектору в Україні в після воєнний період варто спрямувати інвестиції в «зелену» енергетику, оскільки в країні є всі необхідні ресурси для її розвитку. Також, нижче представлені рекомендації та заходи, котрі варто почати розвивати для реалізації енергетичного та ресурсного потенціалу України.

Вугілля, торф. Рекомендується об'єднати перспективні державні шахти в одну компанію, забезпечити прозору приватизацію збиткових шахт. Підвищення рівня безпеки при експлуатації шахт забезпечить нові можливості при видобутку ресурсів, зокрема шляхом впровадження систем утилізації шахтного газу. Перепрофілювання державних торфодобувних підприємств на виробництво висококалорійного твердого композиційного палива у вигляді гранул на основі торфу та біомаси. З початком високотехнологічного видобутку

Таблиця 4

Прогнозовані електроенергії показники на 2023 за песимістичним сценарієм

Рік	Споживання електроенергії, млн.кВт/год	Виробництво електроенергії, млн.кВт/год	Потужність, енергосистеми України, МВт	Енергоємність виробництва електроенергії тис. т н.е.	Вартість за 1 кВт/год
2010	183 909	191 657	53 162	0,245	0,24
2011	187 647	193 990	53 311	0,222	0,36
2012	188 458	193 601	53 778	0,214	0,36
2013	183 732	181 900	54 505	0,203	0,36
2014	171 507	181 945	55 079	0,198	0,42
2015	169 879	157 265	50 883	0,187	0,79
2016	149 346	154 817	51 326	0,192	1,29
2017	149 726	155 414	51 389	0,177	1,68
2018	153 215	159 351	49 632	0,179	1,68
2019	150 237	153 967	52 788	0,166	1,68
2020	146 439	148 854	54 311	0,167	1,68
2021	154 826	156 576	55 674	0,173	1,68
2022	89 799	90 814	32 291	0,100	1,68
2023 = 47%	82 058	82 985	29 507	0,092	1,68
2023 = 52%	74 316	75 156	26 723	0,08	2,016

бурого вугілля підприємства почнуть виробляти паливо з гідроенергетичного ресурсу та створювати потужності з виробництва водню.

Ядерне паливо. Пріоритетною задачею є відновлення усіх пошкоджених інфраструктурних об'єктів та завершення будівництва 3-го та 4-го енергоблоків Хмельницької АЕС, запуск в експлуатацію малих модульних реакторів. Загалом рекомендовано продовжити процес диверсифікації джерел постачання енергетичної сировини, зокрема ядерного палива для атомних електростанцій, шляхом розширення власних родовищ урану, освоєння виробництва цирконієвих сплавів та створення виробничих потужностей.

Геотермальна енергія. За базовим сценарієм геотермальні ТЕС виробляють 400 МВт електроенергії та 2,2 ГВт тепла, що еквівалентно 12 млн. тонн нафтового еквіваленту або 10 млрд. кубометрів природного газу. Це дозволить заощадити близько 6 млн тонн викидів вуглекислого газу. Геотермальні електростанції доцільно будувати на базі виснажених нафтових і газових свердловин та на вугільних родовищах через механізм реконверсії.

Сонячні, вітрові та гідроелектростанції. Стандартизований сценарій розвитку альтернативної енергетики в Україні розроблений автором в роботі, який передбачає покриття пікового навантаження 25 ГВт за рахунок 11 ГВт атомної генерації; 4 ГВт – ТЕЦ та ПГУ; 4 ГВт – ВДЕ; 5 ГВт – ТЕЦ та ТЕЦ; 2,5 ГВт – системи акумулювання електроенергії.

Виробництво тепла. Рекомендується реалізувати програму соціальної реструктуризації регіонів і населених пунктів, де розташовані закриті вугільні шахти та інші нежиттєздатні об'єкти енергетичної галузі. Посилення кліматичної політики та зростання вартості викидів вуглекислого газу роблять нерентабельним будівництво навіть найсучасніших вугільних електростанцій, якщо не вживати додаткових спеціальних заходів з уловлювання CO_2 у димових газах ТЕС, які в подальшому збагачуються та використовуються у суміжних галузях промисловості. Тому пропонується модернізувати існуючі вугільні електростанції шляхом комбінованого процесу виробництва.

Нафта та нафтопереробка. Необхідно стимулювати розвиток автомобільних мереж для заправки транспортних засобів більш безпечними для споживачів та довкілля видами палива та електроенергії. Створити умови для формування стратегічних запасів нафти і нафтопродуктів на рівні, еквівалентному

щонайменше 90 дням середньодобового імпорту в Україну або 61 дню споживання відповідно до Директиви Ради 2009/119/ЄС.

Природний газ. По-перше, слід спростити регуляторну систему видобутку газу, тобто зменшити плату за користування надрами, особливо для глибоких та надглибоких свердловин. Для скорочення викидів вуглекислого газу від видобутку варто запровадити доступні технології експлуатації попутного газу та консервації виснажених та/або низько потенційних свердловин.

Газовий сектор. Варто розглянути можливість створення східноєвропейського газового хабу на базі українських ПСГ та можливість організації газових потоків у реверсному напрямку з Румунії та Болгарії. Реалізувати практичної частини проекту "з'єднання України з Польщею" для завантаження українських газосховищ. Згідно цього рекомендовано реалізувати план перенесення точок транспортування та відбору газу із західного на східний кордон, а також перенесення сховищ газу на основні фонди АТ «Укргазвидобування». Також, варто розглянути запровадження RAB-регулювання для стимулювання інвестицій у модернізацію газопроводів.

Енергетичний сектор. Зважаючи на те, що 88% магістральних ліній електропередачі експлуатуються понад 30 років, доцільно замінити їх будівництвом багатоцільових ліній з різними класами номінальної напруги, прокладених на одних і тих же опорних конструкціях та з можливістю дистанційного моніторингу температури кабелю. Розвиток сектору альтернативної енергетики неможливий без реконструкції підстанцій, а розвиток енергосистеми в цілому неможливий без модернізації [7].

Фінансово-економічні послуги та інвестиції. Рекомендується відкрити національну схему торгівлі квотами на викиди парникових газів та інтегрувати її до платформи СТВ ЄС. Також, слід запровадити інструменти кліматичного фінансування, зокрема збільшити частку "зелених" облігацій. Одночасно з запропонованими змінами необхідно зобов'язати компанії, зареєстровані в Україні, надавати звітність про свої дії щодо боротьби зі зміною клімату. З метою досягнення більш стійкого післявоєнного відновлення пропонується розробити та впровадити заходи щодо забезпечення захисту інвестицій та стимулювання міжнародних інвесторів до застосування сучасних технологій та обладнання при реалізації нових капіталомістких проектів, зокрема в енергетичному секторі. Тому варто встановити чіткі та зрозумілі механізми державно-приватного партнерства та забезпечити застосування прозорих правил європейського характеру у сфері інвестування. Орієнтиром для завершення балансування повоєнних енергетичних ринків має стати збільшення частки торгових енергоносіїв (електроенергія, вугілля, нафта, газ та інші види палива) у загальному споживанні до щонайменше 50% [8].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Для післявоєнної відбудови України розроблено економіко-статистичні моделі в напрямку електроенергії з прогнозними сценаріями на найближчий період. Для побудови моделей використані офіційні дані факторів, що напряму впливають на споживання електроенергії та прогнози експертів. Метою запропонованих моделей є прогноз ситуації енергетичного сектора в якому буде Україна після закінчення війни. Здійснений аналіз нинішньої ситуації дає розуміння в якому напрямку потрібно рухатися для відновлення та стабілізації робот критичної інфраструктури. Запропоновані рекомендації щодо реалізації енергетичного потенціалу можуть будуть корисними для відповідальних органів центральної виконавчої влади при підготовці пропозицій до Державної орієнтованої програми повоєнної відбудови України та для подальших досліджень з техніко-економічним ініціативами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Розрахунки Центру Разумкова на підставі аналізу структури споживання електроенергії України. Така оцінка співставна із заявою ЄБРР. URL: https://www.ebrd.com/news/2022/war-in-ukraine-and-inflation-slow-growth-in-ebrd-regions.html.

2. Офіційний сайт «Міністе́рство фіна́нсів Украї́ни». URL: https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp.

3. Річна звітність інвесторам і партнерам компанії ДЕТЕК. URL: https://dtek.com/investors_and_partners/reports.

4. Center for Economics and Business Research (CEBR). URL: https://cebr.com/service/macroeconomic-forecasting.

5. Kenichi Ohno, The Path Traveled by Japan as a Developing Country: Economic Growth from Edo to Heisei / Yuhikaku Publishing Co. Ltd., Tokyo, 2005. URL: https://www.grips.ac.jp/forum/pdf06/EDJ.pdf.

6. Білявський М.Л. Україна і глобальна політика декарбонізації / Центр Разумкова, 2021 р. URL: https://razumkov.org.ua/statti/ukraina-i-globalna-polityka-dekarbonizatsii.

7. Білявський М., Кухар М., Кукуруза Г., Довгаль С., Пантюхов А. Вплив розміру ренти на газовидобуток в Україні та світі / Аналітичне дослідження – Ukraine Economic Outlook / 2022 р. URL: https://www.ukraine-economic-outlook.com/researches.

8. Білявський М.Л. Орієнтири розвитку альтернативної енергетики до 2030 року – Центр Разумкова, 2020 р. URL: https://razumkov.org.ua/statti/oriientyry-rozvytku-alternatyvnoi-energetyky-ukrainy-do-2030r.

REFERENCES:

1. Calculations of the Razumkov Centre based on the analysis of the structure of electricity consumption in Ukraine. This estimate is comparable to the EBRD statement. Available at: https://www.ebrd.com/news/2022/war-in-ukraine-and-inflation-slow-growth-in-ebrd-regions.html.

2. Official website of the Ministry of Finance of Ukraine. Available at: https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp.

3. Annual reporting to investors and partners of DETEK. Available at: https://dtek.com/investors_and_partners/reports.

4. Center for Economics and Business Research (CEBR). Available at: https://cebr.com/service/macroeconomic-forecasting.

5. Kenichi Ohno, The Path Traveled by Japan as a Developing Country: Economic Growth from Edo to Heisei / Yuhikaku Publishing Co. Ltd., Tokyo, 2005. Available at: https://www.grips.ac.jp/forum/pdf06/EDJ.pdf.

6. Biliavskyi M.L. Ukraine and global decarbonisation policy / Razumkov Centre, 2021. Available at: https://razumkov.org.ua/statti/ukraina-i-globalna-polityka-dekarbonizatsii.

7. Bilyavsky M., Kukhar M., Kukuruza G., Dovgal S., Pantyukhov A. The impact of rent on gas production in Ukraine and the world / Analytical study – Ukraine Economic Outlook / 2022. Available at: https://www.ukraine-economic-outlook.com/researches.

8. Bilyavsky M., Kukhar M., Kukuruza G., Dovgal S., Pantyukhov A. The impact of rent on gas production in Ukraine and the world / Analytical study – Ukraine Economic Outlook / 2022. Available at: https://www.ukraine-economic-outlook.com/researches.