

ISMA
ANNO 1994

**ISMA University
of Applied Sciences**



**SI “Uzhhorod National
University”**

**THE INTERNATIONAL COMMUNITY
AND UKRAINE IN THE PROCESSES
OF ECONOMIC AND CIVILIZATIONAL
PROGRESS: CURRENT ECONOMIC-
TECHNOLOGICAL, RESOURCE,
INSTITUTIONAL, SECURITY
AND SOCIO-HUMANITARIAN PROBLEMS**

Scientific monograph



**IZDEVNIECĪBA
BALTIJA
PUBLISHING
2024**

*Recommended for printing and distribution via Internet
by the Academic Council of Baltic Research Institute
of Transformation Economic Area Problems according
to the Minutes № 9 dated 24.09.2024*

REVIEWERS:

Palinchak Mykola Mykhailovych – Doctor of Political Sciences, Professor, Dean of the Faculty of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”, *Head of the Editorial Board*;

Prykhodko Volodymyr Panasovych – Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”, Head of R&D project, *Editor-in-Chief*;

Editorial Board Members:

Djakons Romans – Dr.sc.ing., Professor, Academician, President of ISMA University of Applied Sciences;

Brenzovych Kateryna Stepanivna – PhD in Economics, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”;

Zaiats Olena Ivanivna – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor at the Department of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”;

Korol Maryna Mykhailivna – Doctor of Economics, Professor, Professor at the Department of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”;

Kushnir Nataliia Oleksiivna – PhD in Economic, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of International Economic Relations, SI “Uzhhorod National University”

Lipkova Liudmyla – Doctor of Economics, Professor, Professor at the Department of Political Science, Alexander Dubček University of Trenčín (Slovak Republic);

Stezhko Nadiia Volodymyrivna – Doctor of Economics, Professor, Professor at the Department of International Economics, Kyiv National Economic University Named after Vadym Hetman;

Filipenko Anton Serhiiiovych – Doctor of Economics, Professor, Institute of International Relations, Taras Shevchenko National University of Kyiv.

The International Community and Ukraine in the Processes of Economic and Civilizational Progress: Current Economic-Technological, Resource, Institutional, Security and Socio-Humanitarian Problems : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. 556 p.

CONTENTS

ECONOMY AND FINANCE, HUMAN CAPITAL AND SAFE DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF GLOBAL TRANSFORMATIONS

CHAPTER 1

ECONOMIC SECURITY, ENERGY AND ECOSYSTEMS IN THE CONDITIONS OF GLOBAL TRANSFORMATIONS

(Prykhodko V. P.).....	2
1. International economic security and safe development in the dimensions of polystructural changes	3
2. Modern geopolitics and international security: energy and environmental dimensions.....	21
3. Economic security in conditions of global polarization and military threats: challenges of Russian aggression against Ukraine	35

CHAPTER 2

WAYS TO NEUTRALIZE RISKS AND THREATS TO THE FINANCIAL SECURITY OF TRANSITION ECONOMY COUNTRIES (Hetmanenko O. O.)

51

1. The world financial system in the conditions of turbulence of international economic security and polystructural changes of the global economy	51
2. Conceptualization of the role and place of transition economy countries in the global financial security management system in the context of the transformation of international economic security.....	58
3. Financial security anti-crisis strategies for socio-economic transition countries: substantiation and formation	66

CHAPTER 3

FINANCIAL TECHNOLOGIES: EVOLUTION, ESSENCE, STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS (Zaika O. V.)

85

1. Stages of financial technology development.....	86
2. Approaches to defining the essence of the concept of “financial technologies”.....	91
3. Current state and prospects of fintech industry development.....	96

CHAPTER 4

FEATURES OF USING ANTI-CRISIS FINANCIAL MANAGEMENT IN UNSTABLE ECONOMIC CONDITIONS AT ENTERPRISES (Maiboroda A. V.).....	111
1. The essence of anti-crisis financial management and the necessity of its application at the enterprise.....	114
2. Crisis situations in the work of the enterprise and features of their detection.....	116
3. Measures of anti-crisis financial management and features of their use in the corresponding phase of the crisis.....	120

CHAPTER 5

YOUTH SEGMENT OF THE WORLD LABOR MARKET: KEY PROBLEMS, WAYS AND INSTITUTIONAL FORMS OF THEIR SOLUTION (Soroka O. V.).....	129
1. Young people as a special segment in the global labor market	130
2. Ways and institutional forms of solving the problems of youth employment in the global labor market	137

CHAPTER 6

DYNAMISM OF INFORMATION-SATURATED LIFE AS A REALITY OF SOCIETY EXISTENCE (Vakulyk I. I.)	157
1. Rapid information communication	158
2. Modernisation of education.....	163
3. Environmental problems and their reflection in contemporary discussion	167
4. Formation of a culture of communication	170

CHAPTER 7

COMMUNICATIVE TOLERANCE AS A TOOL FOR AVOIDING INTERCULTURAL DISCORD (Myronenko N. V., Opyr M. B., Panchyshyn S. B.).....	177
1. The concept of tolerance and its linguistic aspect	178
2. Communicative tolerance as a crucial factor for successful interaction.....	183

GEOPOLITICS AND INTERNATIONAL SECURITY IN TERMS OF THE RUSSIAN WAR AGAINST UKRAINE AND THE FREE WORLD

CHAPTER 8

THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR AS A NEW TYPE OF POSTMODERN WAR AND A FACTOR IN GLOBAL TRANSFORMATIONS OF THE GEOPOLITICAL LANDSCAPE (Buriachenko O. V.).....	194
1. Main theoretical and practical provisions of the postmodern war.....	197
2. Analysis of the postmodern type of the Russian-Ukrainian war and its impact on the change of the geopolitical landscape and the architecture of the global security system	200

CHAPTER 9

GLOBAL CYBERSPACE AND RESISTANCE TO INFORMATION AGGRESSION: UKRAINE'S CYBER DIPLOMACY IN COUNTERING RUSSIAN INFORMATION INVASION (Verkhovtseva I. H.).....	213
1. Cyberspace is a new space of human existence: information aggression, information violence.....	214
2. Russian information aggression against Ukraine in the dimension of international communications.....	222
3. Ukraine's cyber diplomacy as a tool to counter Russian information aggression in cyberspace.....	229

CHAPTER 10

MIGRANTS IN INTERNATIONAL RELATIONS: THE PRACTICE OF SOCIAL DEVELOPMENT IN UKRAINE AND THE RECEIVING COUNTRIES OF THE EU IN THE LIGHT OF THE COURSE AND CONSEQUENCES OF RUSSIAN AGGRESSION (Kozlovska L. V., Voropay S. V., Moroz V. V.).....	244
1. Challenges that arose as a result of the stay of migrant refugees from the war and the decline of social development in Ukraine under the conditions of Russian aggression in the EU host countries and their impact on international relations	247
2. To determine the effectiveness of assistance to Ukrainian migrant refugees from the war and the decline of social development in EU host countries and their impact on international relations.....	251

CHAPTER 11

NARRATIVES OF FOREIGN POLICY DECISION-MAKING

(Kudryachenko A. I., Chekalenko L. D., Soloshenko V. V.).....261

1. The problem's prerequisites emergence and the problem's formulation 261
2. The analysis of existing methods for solving the problem 262
3. The project of reforming the agricultural sphere of the European Union "Green Leaf" 264
4. Ukraine as a food hub of the European Union 266
5. Miscalculations by the Ukrainian side..... 268
6. Organizers and inspirers of Polish protests. The party "Korona" 269
7. Russian trace..... 271
8. Social characteristics of the leaders of conflict 272

CHAPTER 12

BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL WEAPONS IN THE AGE OF TURBULENCE OF THE WORLD ORDER: TRANSFORMATION OF MILITARY (SECURITY) THREATS

(Kazan E. M., Zabolotniuk I. O., Holubovska O. M.)283

1. Epidemics and biological weapons – the historical excursion..... 284
2. Invention, development and use of biological weapons 286
3. The genetic engineering and CRISPR technology – advantages and threats..... 293

THE EUROPEAN UNION AND UKRAINE RELEVANT REGULATORY, ECONOMIC-TECHNOLOGICAL AND SOCIO-HUMANITARIAN ASPECTS OF INTERACTION ON THE WAY TO UKRAINE'S MEMBERSHIP

CHAPTER 13

ASSESSING PROGRESS TOWARDS ACHIEVING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF WAR: KEY CHALLENGES AND SOLUTIONS (Korolchuk L. V.) 302

1. Analysis of Ukraine's progress in achieving the SDGs before and after the full-scale Russian-Ukrainian war..... 304
2. Identifying the main challenges to Ukraine's sustainable development in the context of war and finding solutions 320

CHAPTER 14

LEGAL SECURITY IS A CRITERION FOR UKRAINE'S READINESS TO EURO-ATLANTIC INTEGRATION

(Korzh I. F.)	333
1. Legal life as legal validity is a component of legal security	334
2. Law-making and law enforcement as the main features of legal security	340
3. Legal security is a necessary mechanism of Euro-Atlantic integration	347

CHAPTER 15

REGULATORY FRAMEWORK OF THE DAIRY INDUSTRY ON THE WAY TO INTERNATIONAL ECONOMIC

COMMUNITIES: UKRAINIAN-EU CASE? (Riabinina N. O.)

1. Regulatory framework of the dairy industry of Ukraine	358
2. Safety and quality of dairy products	362
3. State support of the dairy industry	369
4. Food and dairy production	372
5. Organic products of the EU countries and Ukraine.....	375
6. Animal husbandry, rural development, farming and dairy cooperation.....	378

CHAPTER 16

FORECAST OF CHANGES IN ALGOCENOSES RICHNESS OF THE DNEIPER FLOODPLAIN AFTER THE KAKHOVKA HEPS DAM DESTRUCTION IN THE CONTEXT OF FOOD SECURITY IN SOUTHERN UKRAINE

(Minaieva H. M., Korzhov Ye. I.)

1. Analysis of species diversity of the Lower Dnieper floodplain algal flora and factors of its formation.....	391
2. Distribution of quantitative indicators of algal flora in the Dnieper floodplain lakes with different intensity of water exchange.....	396
3. Assessment of possible changes in the algocenoses of the Lower Dnieper floodplains due to the destruction of the Kakhovka HEPS dam	400

CHAPTER 17

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING OFF-GRID HYBRID WIND-SOLAR POWER PLANT PROJECTS IN UKRAINE'S HOUSEHOLDS

(Kurbatova T. O., Sotnyk I. M., Perederii T. A.).....	409
1. Research methodology	411
2. Justification of the economic efficiency of installing off-grid hybrid wind-solar power plants in Ukraine's households	414

CHAPTER 18

SCIENTIFIC AND PRACTICAL PRINCIPLES OF CREATING OPTIMIZED ENERGY SYSTEMS OF DISTRIBUTED GENERATION WITH THE PARTICIPATION OF PROSUMER HOUSEHOLDS

(Telizhenko O. M., Sotnyk M. I., Shashkov S. V.).....	425
1. Definition of the term "aggregator" in the electricity market	429
2. The role of the aggregator and the main approaches to aggregation	433
3. Market levels and aggregation conditions	434
4. Software and analytical support of aggregation	438

CHAPTER 19

SOCIAL ENTREPRENEURSHIP IN THE FIELD OF INCLUSION AS A PROMISING DIRECTION IN PUBLIC ADMINISTRATION

(Shupta I. M., Demianov O. V., Barchuk V. O.).....	450
1. Emergence of the prerequisites of the problem and formulation of the problem	450
2. Prospects for the development of inclusive entrepreneurship	454

CHAPTER 20

HOW TO GET TO KNOW UKRAINIANS: SOCIOLOGICAL EXPLANATIONS OF TYPIIFICATION ISSUES

(Tashchenko A. Iu., Chepak V. V.)	467
1. Values: how we behave with freedom.....	469
2. Value adherences: in search of optimism	477
3. Moral licensing: how to decode the hidden hierarchy of social roles....	493

CHAPTER 21

PREREQUISITES FOR THE IMPLEMENTATION OF UKRAINE'S PERSPECTIVES IN THE INTERNATIONAL SOCIETY: CIVILIZATION PROGRESS IN THE PRESCHOOL EDUCATION SYSTEM (Kalichak Yu. L.).....	521
1. Perspectives of international cooperation in the education system	524
2. Preschool education – a priority area of European integration	527
3. Features of the functioning of non-state institutions of pre-school education abroad	529

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ АВТОНОМНИХ ГІБРИДНИХ ВІТРО-СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ПОБУТОВОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ¹

Курбатова Т. О., Сотник І. М., Передерій Т. А.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-480-1-17>

ВСТУП

Відновлювальна енергетика є ключовим елементом глобальної енергетичної політики й відіграє вирішальну роль у формуванні стійкого майбутнього, сприяючи екологічно чистому, економічно вигідному та соціально справедливому енергетичному розвитку. Особлива увага розбудові генеруючих потужностей відновлювальної енергетики приділяється в секторі приватних домогосподарств, який поряд з промисловістю є одним з найбільших споживачів енергетичних послуг^{2,3,4}.

Для України, розгортання об'єктів відновлюваної енергетики в побутовому секторі набуло особливого значення під час війни, оскільки масштабна руйнація енергетичної інфраструктури в результаті російського військово вторгнення, обумовила суттєвий дефіцит електроенергії в енергосистемі⁵. Як наслідок, уряд вимушений запроваджувати стабілі-

¹ Публікація підготовлена у рамках виконання наукового проєкту «Розроблення економічних механізмів підвищення енергоефективності та сталого розвитку відновлюваної енергетики у домогосподарствах України» (№ д/р 0122U001233), який фінансується Національним фондом досліджень України.

² González-Torres M., Pérez-Lombard L., Coronel J. F., Maestre I. R., Yan, D. A Review on Buildings Energy Information: Trends, End-Uses, Fuels and Drivers. *Energy Reports*. 2022. 8. 626–637 p.

³ Kurbatova T., Sotnyk I., Prokopenko O., Bashynska I., Pysmenna U. Improving the feed-in tariff policy for renewable energy promotion in Ukraine's households. *Energies* 16. 2023.6773 p.

⁴ Sotnyk I., Kurbatova T., Kubatko O., Prokopenko O., Jarvis M. Managing energy efficiency and renewable energy in the residential sector: A bibliometric study. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. 21(3). 511–527.

⁵ Kurbatova T., Sidortsov R., Trypolska, G., Hulak D., Sotnyk, I. Maintaining Ukraine's grid reliability under rapid growth of renewable electricity share: challenges in the pre-war, war-time, and post-war periods. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*. 2024. 40, 41–54.

заційні обмеження споживання електроенергії. За оцінками експертів, графікові відключення електроенергії по всій території України можуть тривати декілька років⁶, оскільки відновлення пошкоджених об'єктів енергогенерації буде вимагати суттєвого часу та фінансових ресурсів. З огляду на зазначене, в короткостроковій та середньостроковій перспективах інсталяція автономних електростанцій з системами накопичення електроенергії може стати гарним рішенням для забезпечення безперебійного електропостачання домогосподарств, зокрема в регіонах, де централізоване енергопостачання зазнало серйозних пошкоджень або стало недоступним.

Для більш ефективного використання відновлюваних енергетичних ресурсів доцільним є поєднання вітрової та сонячної генерації в рамках однієї установки. Автономні гібридні вітро-сонячні системи можуть забезпечувати більш послідовну та надійну електрогенерацію, оскільки енергія вітру є потужнішою вночі та взимку, тоді як сонячна досягає максимуму вдень та влітку. Так, доповнюючи одне одного в автономних гібридних вітро-сонячних установках, вони можуть забезпечити більш збалансований профіль річної електрогенерації. Крім того, гібридизація сонячних та вітрових електростанцій дозволяє скоротити витрати на реалізацію інвестиційних проєктів. Економія коштів відбувається завдяки використанню спільних компонентів та інфраструктури, більш ефективного використання площ, розробці спільної проєктної документації, підключення до мережі тощо^{7, 8}. Для підвищення ефективності автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій доцільно їх укомплектовувати системами зберігання електроенергії, що дозволяє зберігати надлишкову електроенергію під час пікових періодів виробництва і використовувати її в періоди, коли обсяги генерації є недостатніми для покриття електроспоживання домогосподарства⁹.

Усвідомлюючи значний попит на інсталяцію електростанцій на відновлюваних енергетичних ресурсах через критичну ситуацію, що склалася в енергетичному секторі через військові дії, уряд України 20.07.2024 запровадив програму безвідсоткового кредитування на

⁶ Укрінформ. В Укренерго пояснили, скільки ще триватимуть відключення світла. 2024. URL: <http://surl.li/pphjsu>

⁷ PTI. Hybrid wind-solar assets may lower capital costs by 5-7%:Study. The Economic Times. URL: <http://surl.li/yzemhl>

⁸ Barker, A., Bhaskar P., Anderson B., Eberle A. Potential Infrastructure Cost Savings at Hybrid Wind Plus Solar PV Plants. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. 2021.NREL/TP-5000-78912. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/78912.pdf>

⁹ Hassan Q., Algburi S., Sameen A. Z., Salman H. M., Jaszczur M. A Review of Hybrid Renewable Energy Systems: Solar and Wind-Powered Solutions: Challenges, Opportunities, and Policy Implications. *Results in Engineering*. 2023. 20. 101621.

придбання енергетичного обладнання для домогосподарств¹⁰. Відповідно до згаданої програми, власники домогосподарств можуть отримати фінансування в банках-партнерах програми під 0% для закупівлі обладнання і встановлення сонячних, вітрових, вітро-сонячних електростанцій, систем накопичення енергії тощо. Держава зобов'язується повністю компенсувати відсоткову ставку за такими кредитами. Максимальна сума кредиту становить 480 тисяч гривень. Відповідно до умов програми, кредит не надається, якщо: 1) розмір середньомісячного сукупного грошового доходу домогосподарства за останні шість місяців, що передують отриманню кредиту, перевищує десятикратний розмір місячної середньої заробітної плати в Україні; 2) загальна площа об'єкта нерухомості домогосподарства перевищує 250 м² без врахування земельних ділянок; 3) вік власника домогосподарства перевищує 70 років.

З огляду на вищезазначене, основною метою даного дослідження буде оцінювання економічної ефективності інсталяції автономних гібридних вітро-сонячних установок в домогосподарствах в рамках вищезазначеної урядової програми та за власні кошти домогосподарств на онові оцінювання вартості генерації електроенергії та термінів окупності інвестиційних проектів.

1. Методологія дослідження

У даному дослідженні оцінювання економічної ефективності інсталяції автономних гібридних вітро-сонячних установок в домогосподарствах буде здійснюватися на основі показників, що є загальноприйнятими критеріями оцінки інвестиційних проектів в енергетиці, а саме:

- 1) вартості генерації електроенергії такими установками;
- 2) чистої поточної вартості проекту;
- 3) індексу прибутковості проекту;
- 4) терміну окупності інвестиційного проекту.

Оцінювання вартості генерації автономними гібридними вітро-сонячними системами домогосподарств буде проводитися на основі методики Levelized Cost of Electricity (LCOE), яка відображає загальну вартість виробництва електроенергії протягом життєвого циклу електростанції з урахуванням інвестиційних, операційних витрат, витрат та виведення генеруючого об'єкта з експлуатації та ставки дисконтування¹¹. Враховуючи вищезазначене, формула для розрахунку *LCOE* має наступний вигляд:

¹⁰ Урядовий портал. В Україні запрацювали програми пільгового кредитування для громадян, а також для ОСББ та ЖБК для посилення енергетики. 2024. URL: <http://surl.li/dctlac>

¹¹ Kabeyi M., Olanrewaju O. The levelized cost of energy and modifications for use in electricity generation planning. *Energy Reports*. 2023. 9. 495–534.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^n ((I_t + Q_t + D_t) \cdot (1+r)^{-t})}{\sum_{t=0}^n (E_t \cdot (1+r)^{-t})}, \quad (1)$$

де $LCOE$ – вартість генерації електроенергії упродовж всього терміну служби автономної гібридної вітро-сонячної електростанції, грн/кВт·год; E_t – обсяг згенерованої електроенергії автономною гібридною вітро-сонячною електростанцією у t -му році, кВт·год; I_t – інвестиційні витрати у t -му році, грн; Q_t – експлуатаційні витрати у t -му році, грн; D_t – витрати на виведення автономної гібридної вітро-сонячної електростанції з експлуатації у t -му році, грн; n – термін служби автономної гібридної вітро-сонячної електростанції, років; r – ставка дисконтування; t – рік реалізації інвестиційного проекту.

Ставка дисконтування буде визначена відповідно до формули Weighted average cost of capital ($WACC$). Це середня ставка, яку домогосподарство має заплатити для фінансування інвестиційного проекту з будівництва автономної гібридної вітро-сонячної електростанції. $WACC$ розраховується шляхом усереднення всіх джерел капіталу домогосподарства (власного та запозиченого), зважених за часткою кожного компонента¹²:

$$WACC = K_s \cdot W_s + K_d \cdot W_d, \quad (2)$$

де K_s – вартість власного капіталу для реалізації проекту з будівництва автономної гібридної вітро-сонячної електростанції, частка одиниці; W_s – частка власного капіталу за балансом, частка одиниці; K_d – вартість позикового капіталу для реалізації проекту автономної гібридної вітро-сонячної електростанції, частка одиниці; W_d – частка позикового капіталу за балансом, частка одиниці.

Розрахунок чистої поточної вартості (NPV), яка дозволяє оцінити ефективність інвестицій в проекти автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій в абсолютних показниках, здійснюватиметься за формулою:

$$NPV = -IC_0 + \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t}, \quad (3)$$

де IC_0 – початкові інвестиції у нульовому періоді (до початку реалізації проекту), грн; t – рік реалізації проекту; R_t – прогнозовані доходи у t -му році, грн; C_t – прогнозовані витрати у t -му році, грн; n – тривалість життєвого циклу інвестиційного проекту, років; r – ставка дисконтування.

¹² Frankel M. Weighted Average Cost of Capital Formula | The Motley Fool. The Motley Fool.2024. URL: <http://surl.li/oxivui>

Прогнозовані доходи R_t за проектом для автономних електростанцій будуть оцінюватися за вартістю зекономленої електроенергії домогосподарством, яка не була закуплена у зовнішнього постачальника, а згенерована самим домогосподарством. Як прогнозовані витрати C_t враховуватимуться експлуатаційні витрати електростанції у t -му році.

Якщо $NPV > 0$, то інвестиційний проект вважається економічно ефективним. За інших рівних умов перевага надається проекту з найбільшою величиною NPV . За умови, якщо $NPV = 0$, грошових потоків від реалізації проекту вистачить лише для відшкодування всіх витрат за проектом. Якщо $NPV < 0$, проект не рекомендується до реалізації, оскільки він є збитковим.

Індекс прибутковості проекту (PI), який відображає рівень доходів на одиницю витрат, обчислюватиметься шляхом віднесення прогнозованих дисконтованих доходів від реалізації проекту до розміру інвестиційного капіталу:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(R_t - C_t)}{(1+r)^t}}{IC_0} \quad (4)$$

Інвестиційний проект рекомендується до реалізації, якщо $PI > 1$. За такої умови теперішня вартість майбутніх грошових потоків перевищує суму початкових інвестицій. PI проекту має практичне значення при виборі одного інвестиційного проекту з ряду альтернативних, що мають приблизно однакові значення NPV . Так, якщо два проекти мають однакове значення NPV , але різні обсяги необхідних інвестицій, що вигіднішим є проект, який має більше значення індексу прибутковості.

Останнім розрахуємо дисконтований термін окупності інвестиційних проектів (DPP), скориставшись формулою¹³:

$$DPP = m + \frac{I_\Sigma - S_m}{Inc_{m+1}} \cdot (1+r)^{m+1}, \quad (5)$$

де I_Σ – загальний обсяг дисконтованих інвестиційних витрат за проектом, приведена до моменту початку інвестування, грн; S_m – сумарні дисконтовані доходи (грн), розраховані наростаючим підсумком до моменту, коли не виконається нерівність: $S_m < I_\Sigma < S_{m+1}$; m – кількість років, у яких сума дисконтованих доходів, менша за суму дисконтованих інвестиційних витрат; $(m+1)$ – рік, в якому сума дисконтованих доходів перевищить суму дисконтованих інвестиційних витрат; Inc_{m+1} – доходи за інвестиційним проектом в $(m+1)$ -му році, грн.

¹³ Project-management.info. Discounted Payback Period: Definition, Formula, Example & Calculator. Project-Management.info. URL: <http://surl.li/zgdmgr>

2. Обґрунтування економічної ефективності інсталяції автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій в домогосподарствах України

Розрахунок *LCOE* у даному дослідженні буде проводитися для автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системи накопичення електроенергії загальною встановленою потужністю 5, 10, 20 та 30 кВт. Варто зазначити, що найпоширенішими типами автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій в побутовому секторі є електростанції з переважанням сонячної потужності. Це пов'язано з тим, що вітрогенератори великої потужності недоцільно встановлювати в домогосподарствах, оскільки вони потребують значного простору, їх робота супроводжується шумом і може не відповідати естетичним вимогам житлових зон. Зазвичай, вітрогенератори потужністю до 1,5 кВт встановлюють на дахах будинків, а від 1,5 кВт і вище – на спеціальних мачтах на землі¹⁴, що несе за собою додаткові витрати залежно від кількості окремо встановлених вітрогенераторів. З огляду на зазначене, у даному дослідженні для автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій будуть застосовані наступні співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів: 20:80, 30:70, 40:60.

Техніко-економічні дані щодо проєктів автономних гібридних вітро-сонячних систем, були зібрані з наступних джерел^{15, 16, 17, 18, 19}; їх усереднені значення наведено в таблиці 1.

Експлуатаційні витрати для автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій були розраховані на рівні 2% від інвестиційних витрат²⁰, витрати на виведення з експлуатації – 5% від інвестиційних витрат²¹. Термін життєвого циклу електростанцій був визначений на рівні 25 років^{22, 23}.

¹⁴ Checktrade. How Much Does a Wind Turbine Cost in 2020? URL: <https://www.checktrade.com/blog/cost-guides/wind-turbine-cost/>

¹⁵ ВольтЕнерджи. Автономна сонячно-вітрова електростанція 11 кВт. 2024. URL: <https://voltenergy.com.ua/product/spp-11-kwt/>

¹⁶ ВольтЕнерджи. Автономна сонячно-вітрова електростанція 50 кВт. 2024. URL: <https://voltenergy.com.ua/product/spp-50-kwt/>

¹⁷ Energian. Off-grid hybrid wind & solar power system. 2024. URL: <http://surl.li/azdcpq>

¹⁸ Solarverse. Системи зберігання енергії. Сумарна енергія, що зберігається в блоку батарей. 2024. URL: <http://surl.li/fagylyz>

¹⁹ Альтеко. Вітро-сонячна станція 0,8/ 2 кВт. 2024. URL: <http://surl.li/nndyvd>

²⁰ Barker A., Bhaskar P., Anderson B., Eberle A. Potential Infrastructure Cost Savings at Hybrid Wind Plus Solar PV Plants. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. 2021. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/78912.pdf>

²¹ IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2020. URL: <http://surl.li/jqeleb>

²² Piotrowska K., Piasecka I., Kłos Z., Marczuk A., Kasner, R. Assessment of the Life Cycle of a Wind and Photovoltaic Power Plant in the Context of Sustainable Development of Energy Systems. *Materials*. 2022. 15 (21). 7778.

Таблиця 1

Техніко-економічні дані проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системою зберігання електроенергії

	Загальна встановлена потужність 5 кВт		
	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
	20:80	30:70	40:60
Річне виробництво електроенергії, кВт-год/рік	6957	7962	8968
Інвестиційні витрати, грн	401346	426461	451576
Експлуатаційні витрати, грн/рік	8027	8529	9032
Витрати на виведення електростанції з експлуатації, грн	20067	21323	22579
	Загальна встановлена потужність 10 кВт		
	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
	20:80	30:70	40:60
Річне виробництво електроенергії, кВт-год/рік	14416	16364	18312
Інвестиційні витрати, грн	554032	592920	635018
Експлуатаційні витрати, грн/рік	11081	11858	12700
Витрати на виведення електростанції з експлуатації, грн	27701	29646	31751
	Загальна встановлена потужність 20 кВт		
	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
	20:80	30:70	40:60
Річне виробництво електроенергії, кВт-год/рік	29310	33046	39046
Інвестиційні витрати, грн	859880	917798	1097329
Експлуатаційні витрати, грн/рік	17198	18356	21347
Витрати на виведення електростанції з експлуатації, грн	42994	45890	54866

²³ Adani Green Energy Limited, Life Cycle Assessment of Solar-Wind Hybrid Electricity. 2022. URL: <http://surl.li/xyykbv>

Продовження таблиці 1

	Загальна встановлена потужність 30 кВт		
	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
	20:80	30:70	40:60
Річне виробництво електроенергії, кВт·год/рік	44362	49967	55585
Інвестиційні витрати, грн	1114846	1222791	1347537
Експлуатаційні витрати, грн/рік	22297	24456	26951
Витрати на виведення електростанції з експлуатації, грн	55742	61140	67277

Для розрахунку ставки дисконтування, вартість власного капіталу визначалася на основі річної ставки за депозитами в національній валюті для фізичних осіб в ПриватБанку, яка станом на 20.07.2024 року становила 11%²⁴. Залучення кредитних ресурсів буде розраховуватися на основі вищезгаданої урядової програми безвідсоткового кредитування на придбання енергетичного обладнання для домогосподарств відповідно до умов банку-партнера ПриватБанку в рамках програми «Джерела Енергії», де мінімальний перший внесок для отримання кредиту становить 10% від вартості інвестиційного проекту, максимальна сума кредиту – 480 тис. грн, максимальний термін кредитування – 5 років²⁵.

Ставка дисконтування буде розраховуватися на основі оптимального співвідношення власного і позикового капіталів для автономних гібридних вітро-сонячних систем різної встановленої потужності, враховуючи, що для кожного з проєктів, що реалізується, максимально можна залучити 480 тисяч гривень під 0% річних, решту витрат покрити за рахунок власного капіталу. Так, для: 1) електростанцій загальною встановленою потужністю 5 кВт співвідношення власного і позикового капіталу становитися 10:90; 2) для електростанцій загальною встановленою потужністю 10 кВт – 40:60; 3) для електростанцій загальною встановленою потужністю 20 кВт – 70:30; 4) для електростанцій загальною встановленою потужністю 30 кВт – 80:20.

²⁴ Приватбанк. Процентні ставки за вкладами. 2024. URL: <https://privatbank.ua/depозit>

²⁵ Приватбанк. Джерела Енергії. Програма державної фінансової підтримки фізичних осіб для придбання альтернативних джерел енергії 2024. URL: https://privatbank.ua/kredity/energy_sources

Таким чином, розрахована відповідно до формули (2) ставка дисконтування становить для: 1) інвестиційних проєктів, що реалізується за власні кошти домогосподарства – 11%. Цей варіант застосовується для власників домогосподарств, які не відповідають вимогам отримання пільгового кредиту в рамках урядової програми безвідсоткового кредитування; 2) електростанцій загальною встановленою потужністю 5 кВт при співвідношенні власного і позикового капіталу 10:90 – 1,1%; 3) електростанцій загальною встановленою потужністю 10 кВт при співвідношенні власного і позикового капіталу 40:60 – 4,4%; 4) електростанцій загальною встановленою потужністю 20 кВт при співвідношенні власного і позикового капіталу 70:30 – 7,7%; 5) для електростанцій загальною встановленою потужністю 30 кВт при співвідношенні власного і позикового капіталу 80:20 – 8,8%.

Таблиця 2

LCOE для автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системою зберігання електроенергії (розраховано авторами)

		Levelized Cost of Electricity, грн/кВт·год		
		Загальна встановлена потужність 5 кВт		
		Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
Ставка дисконтування, %	11	22,24	23,63	25,02
	1,1	11,28	11,99	12,69
		Загальна встановлена потужність 10 кВт		
		Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
		Ставка дисконтування, %	11	30,69
4,4	19,95		21,35	22,87
		Загальна встановлена потужність 20 кВт		
		Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
		Ставка дисконтування, %	11	47,64
7,7	38,91		41,53	49,65
		Загальна встановлена потужність 30 кВт		
		Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
		Ставка дисконтування, %	11	61,76
8,8	54,13		59,37	65,42

Розраховані значення *LCOE* для автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій за вищезазначених ставок дисконтування наведено в таблиці 2.

Далі на основі розрахунку чистого приведеного доходу (NPV), індексу прибутковості (PI) та дисконтованого терміну окупності проєктів (DPP), проаналізуємо чи є реалізація інвестиційних проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій економічно привабливою для домогосподарств України.

Розрахунок зазначених показників інвестиційних проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій буде проведено для домогосподарства з обсягом споживання електроенергії – 200 кВт·год/міс. Обсяг споживання визначений на основі середнього споживання електроенергії в домогосподарствах України²⁶ з урахуванням потреб на власне електроспоживання генеруючого об'єкта. Варто зазначити, що у даному дослідженні була врахована однакова місткість системи зберігання електроенергії для автономних гібридних вітро-сонячних систем різної потужності, яка здатна забезпечити енергопостачання домогосподарства протягом 2 діб, якщо обсяги генерації в певні періоди будуть недостатніми, щоб покрити електроспоживання домогосподарства. З огляду на зазначене, при розрахунку NPV, PI та DPP припустимо, що обсяг електроенергії, згенерований автономною гібридною вітро-сонячною електростанцією, покриває електроспоживання домогосподарства у повному обсязі. Розраховані показники економічної ефективності інвестиційних проєктів (NPV, PI та DPP) інвестиційних проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій за різних ставок дисконтування наведено в таблиці 3.

Отримані розрахунки засвідчили, що реалізація проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системами зберігання електроенергії є економічно непривабливою для власників домогосподарств, оскільки NPV та PI свідчать про збитковість таких проєктів, а терміни окупності відповідно перевищують життєвий цикл електростанцій. Варто зазначити, що проєкти є нерентабельними як за умови їх реалізації за власні кошти домогосподарств, так і в рамках урядової програми безвідсоткового кредитування, тому реалізація таких проєктів вимагає додаткових заходів державної підтримки.

²⁶ Ua-energy. Нові тарифи на електроенергію: чи змусять вони людей економити. 2023. URL: <http://surl.li/acoccl>

Таблиця 3

Показники економічної ефективності інвестиційних проєктів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системою зберігання електроенергії (розраховано авторами)

Показники економічної ефективності інвестиційних проєктів	Ставка дисконтування, %	Електростанція потужністю 5 кВт		
		Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
NPV, грн	11	-382022,76	-411693,10	-441363,44
	1,1	-365405,11	-402462,16	-439519,22
PI	11	0,05	0,04	0,03
	1,1	0,12	0,09	0,06
DPP, років	11	> 25	> 25	> 25
	1,1	> 25	> 25	> 25
Електростанція потужністю 10 кВт				
	Ставка дисконтування, %	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
NPV, грн	11	-562402,83	-608344,30	-658078,00
	4,4	-574384,13	-625843,54	-681550,66
PI	11	-0,01	-0,02	-0,03
	4,4	-0,02	-0,04	-0,06
DPP, років	11	> 25	> 25	> 25
	4,4	> 25	> 25	> 25
Електростанція потужністю 20 кВт				
	Ставка дисконтування, %	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
NPV, грн	11	-923725,30	-992148,42	-1204242,61
	7,7	-944302,46	-1015851,09	-1237633,55
PI	11	-0,07	-0,08	-0,09
	7,7	-0,09	-0,10	-0,12
DPP, років	11	> 25	> 25	> 25
	7,7	> 25	> 25	> 25

Продовження таблиці 3

		Електростанція потужністю 30 кВт		
	Ставка дисконтування, %	Співвідношення потужностей вітрових і сонячних компонентів, %		
		20:80	30:70	40:60
NPV, грн	11	-1224936,83	-1352460,81	-1499833,14
	8,8	-1245951,50	-1377054,45	-1528562,80
PI	11	-0,09	-0,10	-0,11
	8,8	-0,11	-0,12	-0,13
DPP, років	11	> 25	> 25	> 25
	8,8	> 25	> 25	> 25

Одним із кроків для підвищення їх економічної привабливості може стати відмова від субсидування тарифів на електроенергію для побутових споживачів з боку держави. Поступове приведення тарифів для споживачів до ринкового рівня зробить інвестиції в такі проекти більш вигідними для приватних домогосподарств. Разом з тим, підвищити їх економічну привабливість може перегляд умов урядової програми безвідсоткового кредитування. Збільшення кредитного ліміту для проектів автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій з системами зберігання електроенергії може стати гарним стимулом для активізації їх будівництва. Крім того, поштовхом до розбудови таких електростанцій може стати створення сприятливих економічних та правових умов для функціонування енергетичних кооперативів, які можуть стати ефективним інструментом для акумулювання фінансових ресурсів для спільної реалізації таких інвестиційних проектів.

ВИСНОВКИ

Стимулювання розвитку автономних гібридних вітро-сонячних систем набуває особливого значення в умовах енергетичних загроз через повномасштабне російське вторгнення. Саме такі електростанції можуть забезпечити стабільне електропостачання домогосподарств в умовах масштабної руйнації енергетичної інфраструктури та суттєвого дефіциту електроенергії в Об'єднаній енергетичній системі України.

У даному дослідженні проведена економічна оцінка ефективності реалізації проектів автономних гібридних вітро-сонячних систем в домогосподарствах України за урядовою програмою пільгового кредитування та власні кошти домогосподарств. Отримані результати засвідчили, що на сьогодні реалізація таких проектів як в рамках програми

пільгового кредитування, так і за власні кошти домогосподарств є нерентабельною.

Розбудова автономних гібридних вітро-сонячних електростанцій в побутовому секторі України потребуватиме удосконалення державної політики. Серед основних підходів щодо стимулювання інсталяції таких електростанцій можна виокремити встановлення ринкових тарифів на електроенергію для побутових споживачів, збільшення кредитного ліміту в рамках урядової програми безвідсоткового кредитування та створення сприятливих умов для функціонування енергетичних кооперативів в Україні.

АНОТАЦІЯ

В умовах масштабної руйнації енергетичної інфраструктури, автономні гібридні вітро-сонячні системи можуть розглядатися як одне з оптимальних рішень для забезпечення безперерйного електропостачання домогосподарств в регіонах, де централізоване енергопостачання зазнало серйозних пошкоджень або стало недоступним. В розділі монографії проведено оцінювання економічної ефективності інсталяції таких електростанцій в побутовому секторі України в рамках урядової програми пільгового кредитування та за власні кошти домогосподарств. Дослідження проводилося для автономних гібридних вітро-сонячних систем різної конфігурації та встановленої потужності з використанням методу усередненої вартості електроенергії та методів інвестиційного аналізу. Отримані результати засвідчили, що реалізація таких проєктів є економічно непривабливою для власників домогосподарств, оскільки NPV та PI проєктів свідчать про їх збитковість, а терміни окупності перевищують життєвий цикл електростанцій. Для підвищення інвестиційної привабливості проєктів автономних гібридних вітро-сонячних систем в побутовому секторі України доцільно удосконалювати механізми державної підтримки, насамперед, в частині перегляду секторальної інвестиційної, кредитно-фінансової та цінової політики.

Література

1. González-Torres M., Pérez-Lombard L., Coronel J. F., Maestre I. R., Yan, D. A Review on Buildings Energy Information: Trends, End-Uses, Fuels and Drivers. *Energy Reports*. 2022. 8. 626–637 p. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.11.280>
2. Kurbatova T., Sotnyk I., Prokopenko O., Bashynska I., Pysmenna U. Improving the feed-in tariff policy for renewable energy promotion in Ukraine's households. *Energies* 16. 2023. 6773 p. <https://doi.org/10.3390/en1619677>

3. Sotnyk I., Kurbatova T., Kubatko O., Prokopenko O., Jarvis M. Managing energy efficiency and renewable energy in the residential sector: A bibliometric study. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. 21(3). 511–527. doi: 10.21511/ppm.21(3).2023.41.

4. Kurbatova T., Sidortsov R., Trypolska, G., Hulak D., Sotnyk, I. Maintaining Ukraine’s grid reliability under rapid growth of renewable electricity share: challenges in the pre-war, war-time, and post-war periods. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*. 2024. 40, 41–54. <https://doi.org/10.54337/ijsepm.8112>

5. Укрінформ. В Укренерго пояснили, скільки ще триватимуть відключення світла. 2024. URL: <http://surl.li/pphjsu> (дата звернення: 17.08.2024).

6. PTL. Hybrid wind-solar assets may lower capital costs by 5–7% : Study. *The Economic Times*. URL: <http://surl.li/yzemhl> (дата звернення: 27.08.2024).

7. Barker, A., Bhaskar P., Anderson B., Eberle A. Potential Infrastructure Cost Savings at Hybrid Wind Plus Solar PV Plants. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. 2021.NREL/TP-5000-78912. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/78912.pdf> (дата звернення: 25.07.2024).

8. Hassan Q., Algburi S., Sameen A. Z., Salman H. M., Jaszczur M. A Review of Hybrid Renewable Energy Systems: Solar and Wind-Powered Solutions: Challenges, Opportunities, and Policy Implications. *Results in Engineering*. 2023. 20. 101621. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101621>.

9. Урядовий портал. В Україні запрацювали програми пільгового кредитування для громадян, а також для ОСББ та ЖБК для посилення енергетики. 2024. URL: <http://surl.li/dctlac> (дата звернення: 15.08.2024).

10. Kabeyi M., Olanrewaju O. The levelized cost of energy and modifications for use in electricity generation planning. *Energy Reports*. 2023. 9. 495–534. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.06.036>

11. Frankel M. Weighted Average Cost of Capital Formula | The Motley Fool. *The Motley Fool*. 2024. URL: <http://surl.li/oxivui> (дата звернення: 18.08.2024).

12. Project-management.info. Discounted Payback Period: Definition, Formula, Example & Calculator. *Project-Management.info*. URL: <http://surl.li/zgdmgr> (дата звернення: 05.08.2024).

13. Checktrade. How Much Does a Wind Turbine Cost in 2020? URL: <https://www.checktrade.com/blog/cost-guides/wind-turbine-cost/> (дата звернення: 10.08.2024).

14. ВольтЕнерджи. Автономна сонячно-вітрова електростанція 11 кВт. 2024. URL: <https://voltenergy.com.ua/product/spp-11-kwt/> (дата звернення: 10.08.2024).
15. ВольтЕнерджи. Автономна сонячно-вітрова електростанція 50 кВт. 2024. URL: <https://voltenergy.com.ua/product/spp-50-kwt/> (дата звернення: 10.08.2024).
16. Energian. Off-grid hybrid wind & solar power system. 2024. URL: <http://surl.li/azdcpq> (дата звернення: 10.08.2024).
17. Solarverse. Системи зберігання енергії. Сумарна енергія, що зберігається в блоку батарей. 2024. URL: <http://surl.li/fagylz> (дата звернення: 10.08.2024).
18. Альтеко. Вітро-сонячна станція 0,8/ 2 кВт. 2024. URL: <http://surl.li/nndyvd> (дата звернення: 10.08.2024).
19. Barker A., Bhaskar P., Anderson B., Eberle A. Potential Infrastructure Cost Savings at Hybrid Wind Plus Solar PV Plants. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. 2021. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/78912.pdf>
20. IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2020. URL: <http://surl.li/jqeleb> (дата звернення: 12.08.2024).
21. Piotrowska K., Piasecka I., Klos Z., Marczuk A., Kasner, R. Assessment of the Life Cycle of a Wind and Photovoltaic Power Plant in the Context of Sustainable Development of Energy Systems. Materials. 2022. 15 (21). 7778. <https://doi.org/10.3390/ma15217778>
22. Adani Green Energy Limited, Life Cycle Assessment of Solar-Wind Hybrid Electricity. 2022. URL: <http://surl.li/xуukbu> (дата звернення: 12.08.2024).
23. Приватбанк. Процентні ставки за вкладками. 2024. URL: <https://privatbank.ua/depozit> (дата звернення: 15.08.2024).
24. Приватбанк. Джерела Енергії. Програма державної фінансової підтримки фізичних осіб для придбання альтернативних джерел енергії 2024. URL: https://privatbank.ua/kredity/energy_sources (дата звернення: 15.08.2024).
25. Ua-energy. Нові тарифи на електроенергію: чи зможуть вони людям економити. 2023. URL: <http://surl.li/acoccl> (дата звернення: 15.08.2024).

Information about the authors:

Kurbatova Tetiana Oleksandrivna,

Ph.D. in Economics,

Associate Professor at the Department of International Economic Relations

Sumy State University

116, Kharkivska str., Sumy, 40007, Ukraine

Sotnyk Iryna Mykolayivna,
Doctor of Economics, Professor,
Professor at the Department of Economics, Entrepreneurship and
Business Administration
Sumy State University
116, Kharkivska str., Sumy, 40007, Ukraine

Perederii Tetiana Anatoviivna,
PhD student at the Department of International Economic Relations
Sumy State University
116, Kharkivska str., Sumy, 40007, Ukraine