

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет (СумДУ)
40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2,
тел. (0542) 66-51-10, факс (0542) 33-40-49

ПОГОДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
д-р фіз.-мат. наук, професор

_____ Анатолій ЧОРНОУС
(підпис)

ПРОМІЖНИЙ ЗВІТ
за результатами виконання етапу наукової (науково-технічної) роботи
(звіт про проміжні результати проекту)
«Економіко-математичне моделювання та технології управління транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення»

Науковий керівник проекту

(підпис)

Світлана КОЛОСОК

2023, I етап

Підготовку звіту завершено ___ _____ 2023 р.

1. Номер державної реєстрації проєкту: 0123U101920
2. Номер договору, за яким надається фінансування (за наявності): _____ - _____
3. Найменування організації-виконавця проєкту/грантоотримувача: Сумський державний університет
4. Прізвище та ім'я наукового керівника (головного дослідника, principal investigator (PI)) проєкту: Колосок Світлана, Svitlana Kolosok
5. Місце основної роботи наукового керівника: Сумський державний університет
6. Терміни та тривалість виконання проєкту:
 - Тривалість проєкту: 34 місяці
 - Початок: 01.03.2023
 - Закінчення: 31.12.2025
 - Тривалість звітнього етапу: 10 місяців
 - Початок: 01.03.2023
 - Закінчення: 31.12.2023
7. Обсяги фінансування проєкту:
 - Загальний обсяг фінансування:
 - за запитом (заявкою) 4500,0 тис. грн
 - фактичний 4050,0 тис. грн
 - Обсяг фінансування звітнього етапу:
 - за запитом (заявкою) 1500,0 тис. грн
 - фактичний 1050,0 тис. грн
8. Перелік виконавців з оплатою праці (ПШБ, посада за основним місцем роботи, посада за проєктом (або ЦПД), окремо зазначаються молоді вчені, студенти, аспіранти (за наявності)) (**Додаток 1**).
9. Стислий зміст проєкту в цілому (актуальність, мета, основні завдання, ідеї, гіпотези тощо) (до 20 рядків): *Актуальність проєкту* визначається тим, що він передбачає побудову комплексної довгострокової програми реформ для переходу на модель стійкого функціонування енергетичної галузі, що буде базуватися на науково-обґрунтованих економіко-математичних розрахунках розгортання критичної енергетичної інфраструктури. *Мета проєкту*: формування фундаментальних засад транскордонної енергобезпеки під дією фізичних, кібернетичних і гібридних загроз критичної енергетичної інфраструктури для підвищення конкурентоспроможності постачання відновлюваної енергії до країн-сусідів, подолання стратегічної енергетичної залежності та сталого соціально-економічного розвитку в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення. *Завдання проєкту*: дослідження фундаментальних засад трансформації транскордонних енергетичних систем; розроблення методології економіко-математичного моделювання розгортання критичної енергетичної інфраструктури; розроблення механізму транскордонної енергобезпеки. *Головна ідея проєкту*: побудова концептуальної організаційно-економічної моделі та управлінських технологій, що нівелюють наявні об'єктивні причини стримування побудови

кроскордонних енергомереж та інтеграції українського енергоринку до європейського з метою підвищення рівня енергетичної безпеки України та країн-членів Європейського Союзу. *Гіпотезою проєкту* є те, що застосування методів економіко-математичного моделювання дозволяє розробити нові та удосконалити наявні економіко-організаційні механізми реалізації комплексних кроскордонних проєктів в енергетиці.

10. Основні результати виконання попереднього (за наявності) етапу (до 20 рядків): ---

11. Номер та назва звітнього етапу (за наявності): 1. Дослідження фундаментальних засад трансформації транскордонних енергетичних систем

12. Опис процесу реалізації (хід виконання, які дослідження проводились, які методики використовувались тощо) проєкту за звітнім етапом (до 50 рядків) -----
 Формалізація каскадних та транскордонних взаємозв'язків у ланцюзі «економіка – цифровізація – IoT – енергобезпека» здійснювалося з використанням найсучасніших засобів економіко-математичного моделювання та технологій нейрокомп'ютерної техніки та нейронних мереж. Це дозволило дослідити закономірності транскордонної взаємодії критичних енергетичних систем в умовах глобальних безпекових викликів. У ході виконання проєкту авторами було створено принципово новий підхід до розгортання критичної енергетичної інфраструктури завдяки інтеграції інноваційного енергетичного обладнання з нульовим і низьким рівнем вуглецю для країн-сусідів шляхом аплікації LSTM і рекурентних нейронних мереж. Дослідження трендів і процесів розумної трансформації проводилось за допомогою Google Trends Tools на основі системного підходу та аналізу динаміки розвитку реалізації інноваційних стратегій в межах єдиної мережі інформаційно-керуючих систем. Імплементация нових інтелектуальних середовищ штучного інтелекту для розгортання транскордонної енергетичної інфраструктури, включаючи критичні енергетичні з'єднання, засоби зберігання енергії, енергоефективності та інтегрування відновлювальних джерел енергії дозволила виконати моделювання процесу прийняття рішень при управлінні транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення, що враховує генезис конфліктів й протиріч стейкхолдерів. Оцінка ефекту від інтеграції зацікавлених сторін при управлінні системами здійснено на основі часткового моделювання структурних рівнянь найменших квадратів (PLS-SEM). Ключовою перевагою PLS-SEM є його здатність встановлювати зв'язки між спостережуваними змінними та прихованими конструктами, які не можна безпосередньо спостерігати, але виводяться на основі спостережуваних змінних. Запровадження нових фундаментальних засад забезпечення енергобезпеки під дією фізичних, цифрових і гібридних загроз критичній транскордонній енергетичній інфраструктурі відбувалося шляхом поєднання міждисциплінарного інструментарію Machine Learning та Artificial Intelligence при опрацюванні надскладних завдань ланцюжкової оркестровки.

13. Результати виконання звітнього етапу відповідно до технічного завдання/календарного плану:

13.1 Заплановані завдання звітнього етапу проєкту (*перерахуйте завдання звітнього етапу, окреслені у запиті (технічному завданні/календарному плані) проєкту*) (до 20 рядків):

- 1) дослідження закономірностей транскордонної взаємодії критичних енергетичних систем в умовах глобальних безпекових викликів;
- 2) запровадження нових фундаментальних засад забезпечення енергобезпеки під дією фізичних, цифрових і гібридних загроз критичній транскордонній енергетичній інфраструктурі;
- 3) розроблення наукових засад трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного сектору;
- 4) моделювання процесу прийняття рішень при управлінні транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення, що враховує генезис конфліктів й протиріч стейкхолдерів.

Виконання завдань звітнього етапу здійснювалося із застосуванням інтероперабельних рішень для уникнення фрагментації енергоринку та ідентифікації оптимальних механізмів розгортання транскордонної енергетичної інфраструктури.

13.2 Отримані результати звітнього етапу проекту *(опишіть отримані результати виконавцями протягом звітнього періоду, посилаючись на заплановані та досягнуті цілі, задачі та індикатори виконання, згадані в технічному завданні/календарному плані дослідження. Включіть посилання на публікації у наукових виданнях, інші показники з п. 18, що є підтвердженням досягнення результатів виконання етапу, якщо такі показники передбачені)* (до 70 рядків): Досліджено закономірності транскордонної взаємодії критичних енергетичних систем в умовах глобальних безпекових викликів (Чигрин та ін., 2023). Визначено методологію прийняття рішень при управлінні транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення, враховуючи генезис конфліктів й протиріч стейкхолдерів для забезпечення зеленої конкурентоздатності у межах сталого розвитку (акт від 14.11.2023 р.). Встановлено ключові тенденції та кластери у сфері управління процесами сталого розвитку, поширення процесів IoT та відновлюваної енергетики (Колосок та ін., 2023). Імплементовано методологію трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного сектору, що враховує конвергентні взаємозв'язки у ланцюзі «економіка – цифровізація – IoT – енергобезпека», соціально-економічні, інноваційні та екологічні закономірності функціонування енергетичної галузі (акт від 01.12.2023 р.). Нові фундаментальні засади забезпечення енергобезпеки критичної транскордонної енергетичної інфраструктури для протидії та пом'якшення каскадним ефектам у сучасних кіберфізичних системах під дією фізичних, цифрових і гібридних загроз. Розроблено наукові засади трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного сектору (Колосок та ін., 2023; Чигрин та ін., 2023). На основі узагальнених сучасних передових досліджень з питань оцінки стану енергосистем (Chygrun & Khomenko) показано основні вразливості сучасних кібер-фізичних енергетичних систем.

13.3 Відхилення від календарного плану дослідження (за наявності) *(вказіть та детально обґрунтуйте можливі відхилення від технічного завдання/календарного плану дослідження та їх потенційний вплив на подальше виконання проекту)* (до 30 рядків): відсутнє

14. Наукова цінність і актуальність отриманих результатів (науково-технічної продукції), їх порівняння з українськими та/або кращими закордонними аналогами (до 30 рядків): Формування організаційно-економічних інструментів стимулювання створення мікромереж, слугує дієвим знаряддям підвищення стійкості транскордонної енергосистеми. Моделювання процесу прийняття рішень під час розбудови транскордонних енергосистем, масштабного використання потужності відновлюваної енергетики на противагу до існуючих рішень, здійснювалося із застосуванням технологій нейрокомп'ютерної техніки та нейронних мереж та системно узгоджує інтереси стейкхолдерів, розбіжності серед яких є стримуючим фактором для розвитку відновлюваної енергетики. На відміну від існуючих підходів субконтрарного дослідження енергетичної безпеки, отримані результати комплексно вирішують мультиплікативність транскордонного співробітництва в енергетичній сфері України. Порівняно до закордонних аналогів, застосування аплікації LSTM і рекурентних нейронних мереж під час розгортання енергетичної інфраструктури вигідно виділяє дослідження серед наявних наукових результатів. Розроблений комплекс заходів спрямовано на узгодження підходів до побудови системи енергетичної безпеки, сталого розвитку та незалежної енергосистеми країни. Наскрізне застосування передових технологій аналізу даних у рамках системного підходу до створення та розвитку транскордонних енергомереж, комплексно вирішує актуальну наукову та практичну проблему управління транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення.

15. Практична цінність результатів для потреб оборони, безпеки, економіки та/або суспільства України (у разі наявності) (до 30 рядків):

Цінність результатів для економіки та/або суспільства України визначається формуванням принципово нових засад транскордонної енергобезпеки для підвищення конкурентоспроможності постачання відновлюваної енергії до країн-сусідів, подолання стратегічної енергетичної залежності та сталого соціально-економічного розвитку в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення. Фундаментальні засади забезпечення енергобезпеки під дією фізичних, цифрових і гібридних загроз критичній транскордонній енергетичній інфраструктурі пристосовані для потреб розвитку країни та суспільства як методологічне підґрунтя smart трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного сектору. Напрацювання наукової роботи доведено до рівня методичних розробок і практичних рекомендацій, що спрямовані на зменшення фізичних, кібернетичних і гібридних загроз критичної енергетичної інфраструктури шляхом формування фундаменту транскордонної енергобезпеки (у межах її складових – соціальної, економічної та екологічної). Отримані у ході дослідження результати впроваджено у діяльність ТОВ «ТЕХНОХІМ» (акт від 01.12.2023 р). Результати НДР було частково впроваджено при викладанні дисциплін «Безвуглецева економіка ЄС: найкращі практики для України» та «Політика згуртованості ЄС: стратегії зеленого кампусу для сталого розвитку» у Сумському державному університеті (акт від 14.11.2023 р.). За тематикою проекту було отримано 1 грант у UCL Energy Institute (Лондон, 2023-2024) та 1 грант програми ЄС Еразмус+. У 2023 виконавці НДР працювали за 3 міжнародними науковими грантами Jean Monnet програми ЄС Еразмус+.

16. Основні кількісні показники/індикатори* виконання звітної етапу **за темою** проєкту:

№ з/п	Показники/індикатори	Заплановано (відповідно до запиту на фінансування /ТЗ/КП тощо), кількість	Виконано (за результатами етапу), кількість
1.	Публікація результатів:	<u>6</u>	<u>13</u>
1.1.	Статті у журналах, що індексуються наукометричними базами даних:	3	4
	- Scopus та/або Web of Science Core Collection, всього, од.	3	4
	з них із квантилем Q1 і Q2 на момент опублікування, од.	0	3
1.2.	Статті у наукових журналах (без квантилю), збірниках наукових праць, матеріалах конференцій тощо, що індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection (крім тих, що увійшли до п.1.1), од.	0	1
1.3.	Статті у фахових виданнях України категорії «Б», од.	3	5
1.4.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) у закордонних видавництвах іноземними мовами, од.	0	3
2.	Презентація та дисемінація результатів:	0	2
2.1.	Міжнародні науково-комунікативні заходи, конференції, од.	0	1
2.2.	Представлення розробки/бізнес-плану/результатів проєкту на:	0	1
	- акселераційних програмах, од.	0	1
3.	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності (ОПІВ)	0	4
3.1.	Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України та /або інших країн, од.	0	4
4.	Впровадження та використання наукових або науково-технічних (прикладних) результатів:	0	4
4.1.	Підписання (укладання) договорів (угод) організацією-виконавцем проєкту (грантоотримувачем) на впровадження (використання) результатів проєкту (окрім індивідуальних), серед них:	0	1
4.1.1	Грантових угод (міжнародного рівня), од./тис.грн	0	1/1200
4.2.	Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти (окрім індивідуальних), од.	0	1
4.3.	Впроваджено у освітній процес ЗВО/НУ з відповідним підтвердженням, од.	0	1
4.4.	Інші варіанти впровадження, які не описані у пп. 5.1-5.5, од.	0	1
5.	Створено чи істотно удосконалено/покращено існуючі:	1	1
5.1.	Наукові (науково-технічні) послуги, од.	1	1
6.	Участь з оплатою у виконанні проєкту (штатних одиниць/осіб) згідно з Додатком 1:	5	5
6.1.	Студентів (здобувачів вищої освіти I-II рівнів), осіб	3	3
6.2.	Аспірантів (здобувачів вищої освіти III рівня), осіб	2	2
6.3.	Молодих вчених, шт.од./ осіб	2	2

17. Відхилення від запланованих показників/індикаторів, зазначених у п. 16 (у разі наявності зазначити і обґрунтувати причини таких відхилень та їх вплив на подальше виконання проєкту) (до 20 рядків): відхилення від запланованих показників відсутні

18. Вихідні дані щодо показників виконання відповідно до пунктів п. 16 (зазначити дані про публікації, конференції, захисти дисертацій, отримання ОПІВ, впровадження, створення НТП, залучення молодих вчених, студентів, аспірантів тощо) з додаванням WEB-посилання (за наявності) на ресурси, де вони розміщені:

1. Публікація результатів: **13**

1.1. Статті у журналах, що індексуються наукометричними базами даних: **4**

- Scopus та/або Web of Science Core Collection, всього, од.: **4**
з них із квантилем Q1 і Q2 на момент опублікування, од.: **3**

- Skowron, L., Chygryn, O., Gąsior, M., Koibichuk, V., Lyeonov, S., Drozd, S., & Dluhopolskyi, O. (2023). Interconnection between the Dynamic of Growing Renewable Energy Production and the Level of CO2 Emissions: A Multistage Approach for Modeling. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 9473. <https://doi.org/10.3390/su15129473> (**Scopus Q1, WoS Q2**)
- Lyulyov, O., Chygryn, O., Pimonenko, T., & Kwilinski, A. (2023). Stakeholders' engagement in the Company's management as a driver of green competitiveness within sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9), 7249. <https://doi.org/10.3390/su15097249> (**Scopus Q1, WoS Q2**)
- Kwilinski, A. (2023). E-Commerce and Sustainable Development in the European Union: A Comprehensive Analysis of SDG2, SDG12, and SDG13. *Forum Scientiae Oeconomia*, 11(3), 87–107. https://doi.org/10.23762/FSO_VOL11_NO3_5 (**Scopus Q3**)
- Kwilinski, A., Kolosok, S., Artyukhov, A., Vakulenko, I., Kovalenko, Y. (2023). Smart grid projects in the pan-European energy system. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 100–106. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/100> (**Scopus Q3**)

1.2. Статті у наукових журналах (без квантилю), збірниках наукових праць, матеріалах конференцій тощо, що індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection (крім тих, що увійшли до п.1.1) , од.: **1**

- Kolosok, S., Chygryn, O., Onyshchenko, S. (2023). Leadership and Global Energy Security: Sentiment Analysis of Twitter Using a Named Entity Recognition. In: Strielkowski, W. (eds) *Leadership, Entrepreneurship and Sustainable Development Post COVID-19*. NILBEC 2022. Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28131-0_25. (**Scopus**)

1.3. Статті у фахових виданнях України категорії «Б» , од.: **5**

- Chygryn, O., Bektas, C., & Havrylenko, O. (2023). Innovation and Management of Smart Transformation Global Energy Sector: Systematic Literature Review. *Business Ethics and Leadership*, 7(1), 105-112. [http://doi.org/10.21272/bel.7\(1\).105-112.2023](http://doi.org/10.21272/bel.7(1).105-112.2023).
- Chygryn, O., Shevchenko, K. (2023). Energy industry development: key trends and the core determinants. *SocioEconomic Challenges*, 7(1), 115-128. [https://doi.org/10.21272/sec.7\(1\).115-128.2023](https://doi.org/10.21272/sec.7(1).115-128.2023)
- Чигрин, О., Гавриленко, О., Шевченко, К. (2023). Розумна трансформація енергетики: основні принципи та складові. *Вісник економіки*, 2, 204–216. <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.02.204>
- Khomenko, L., Chygryn, O., Bektas, C., Isakov, A. (2023). Carbon Neutrality of Ukraine as a Determinant of Green Development. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу "Український державний хіміко-технологічний університет"*, 1, 122-127. <http://dx.doi.org/10.32434/2415-3974-2022-17-1-122-127>
- Chygryn, O.Y., Khorunzhyi, A.R., Kovalenko, Y.V., Kornienko, Y.V. (2023). Renewable Energy and Public Health: Global Practices for Synergy Providing, *Трансформаційна економіка*, 4(04), 79-85. <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2023-4-14>

1.4. Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) у закордонних видавництвах іноземними мовами, од.: **3**

- Chygryn O., Shevchenko K., Lyeonov S. Green IoT for energy efficiency and environmental sustainability. *The EU Cohesion policy and healthy national development: Management and promotion in Ukraine*. Szczecin: Centre of Sociological Research, 2023. P. 216-223.
- Chygryn O., Khomenko L. Smart grid in Ukrainian energy system. *The EU Cohesion policy and healthy national development: Management and promotion in Ukraine*: / N. Letunovska, L. Saher, A. Rosokhata. Szczecin: Centre of Sociological Research, 2023. P. 206-215.
- Chygryn O., Khomenko L. La résilience dans les organisations de santé: analyse bibliométrique. *Innovation, intelligence collective et résilience des organisations de santé* / sous la direction de Aline Courie-Lemur. : ISTE Editions Ltd, 2023. P. 25-42.

2. Презентація та дисемінація результатів: **2**

2.1. Міжнародні науково-комунікативні заходи, конференції, од.: **1**

- Прийнято участь у міжнародному комунікативному форумі з енергетичного переходу та сталого розвитку (Лондон, Сполучене Королівство): <https://management.biem.sumdu.edu.ua/uk/allcategories-uk-ua/13-novyny/921-litnii-symposium-z-enerhetychnoho-perekhodu-ta-staloho-rozvytku>

2.2. Представлення розробки/бізнес-плану/результатів проєкту на: **1**

- акселераційних програмах, од.: **1**

- Прийнято участь у міжнародному комунікативному форумі «Innovate Ukraine» для пошуку партнерів та їх співпраці при розробці проєктів відновлення енергосистеми України: <https://management.biem.sumdu.edu.ua/uk/allcategories-uk-ua/13-novyny/925-pidtrymka-proiektiv-vidnovlennia-enerhosystemy-ukrainy>

3. Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності (ОПІВ): **4**

3.1. Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України та /або інших країн, од.: **4**

- Чигрин О.Ю. Колосок С.І. Сущенко А.В. Наукові засади smart-трансформації транскордонних енергетичних систем. 2023
- Чигрин О.Ю. Колосок С.І. Сущенко А.В. Дослідження зарубіжного досвіду щодо посилення кібербезпеки енергетичного сектору та інфраструктури. 2023
- Колосок С.І., Чигрин О.Ю., Сущенко А.В., Старченко Л.В., Олефіренко О.М., Білан Ю.В., Шимошенко А.О. Моделювання процесу прийняття рішень при управлінні транскордонною енергобезпекою. 2023
- Колосок С.І., Чигрин О.Ю., Сущенко А.В., Старченко Л.В., Хорунжий А.Р. Генезис конфліктів й протиріч стейкхолдерів при управлінні транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення. 2023

4. Впровадження та використання наукових або науково-технічних (прикладних) результатів: **4**

4.1. Підписання (укладання) договорів (угод) організацією-виконавцем проєкту (грантоотримувачем) на впровадження (використання) результатів проєкту (окрім індивідуальних), серед них: **1**

4.1.1 Грантових угод (міжнародного рівня), од./тис.грн: **1/1200 тис. грн**

- Отримано 1 науковий грант Jean Monnet програми ЄС Еразмус: 101127491 — EnergyS4UA - The European energy-saving experience for the recovery of Ukrainian communities (1200 тис. грн).
- 4.2. Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти (окрім індивідуальних) , од.: **1**
- Подано заявку на отримання та виграно 1 науковий грант Jean Monnet програми ЄС Еразмус за проектом «The European energy-saving experience for the recovery of Ukrainian communities».
- 4.3. Впроваджено у освітній процес ЗВО/НУ з відповідним підтвердженням, од.: **1**
- АКТ впровадження результатів I етапу науково-дослідної роботи у навчальний процес Сумського державного університету (від 14.11.2023)
- 4.4. Інші варіанти впровадження, які не описані у пп. 5.1-5.5, од.: **1**
- Акт впровадження результатів I етапу науково-дослідної роботи в діяльність в ТОВ «ТЕХНОХІМ» (від 01.12.2023).
5. Створено чи істотно удосконалено/покращено існуючі: **1**
- 5.1. Наукові (науково-технічні) послуги, од. **1**
- Було створено та імplementовано нову методологію трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного, що враховує конвергентні взаємозв'язки у ланцюзі «економіка – цифровізація – IoT – енергобезпека», соціально-економічні, інноваційні та екологічні закономірності функціонування енергетичної галузі.
6. Участь з оплатою у виконанні проекту (штатних одиниць/осіб) згідно з Додатком 1: **5**
- 6.1. Студентів (здобувачів вищої освіти I-II рівнів), осіб: **3**
- Хорунжий А.Р., Сущенко А.В., Шимошенко А.О.
- 6.2. Аспірантів (здобувачів вищої освіти III рівня), осіб: **2**
- Хоменко Л.М, Іскаков А.А.
- 6.3. Молодих вчених, осіб: **2**
- Хоменко Л.М, Іскаков А.А.

До звіту додаються електронні* копії наукових публікацій, охоронних документів, інша наукова продукція (окрім матеріалів, які містять інформацію з обмеженим доступом) **(Додаток 2 до звіту)**.

* - у випадку необхідності надання друкованої версії звіту, до нього додаються друковані додатки (окрім великих (більше 50 стор.) за обсягом монографій, підручників, словників тощо та матеріалів, які містять інформацію з обмеженим доступом).

19. Рішення** вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради або іншого керівного (дорадчого) органу (за відсутності зазначеної ради) організації-виконавця проекту щодо результатів розгляду проміжного звіту:

(стисло зазначити текст висновку ради (органу) про відповідність/невідповідність виконаних за проектом робіт технічному завданню/календарному плану, номер та дату протоколу)

*** - зазначається і надається лише у випадку наявності відповідних вимог від замовника/грантодавача. Також до звіту необхідно додати копію витягу з протоколу засідання відповідної ради (органу) в електронному (друкованому) вигляді (Додаток 3 до звіту).*

20. Анотація основних результатів звітної етапу проекту *(готується українською та англійською мовами (до 30 рядків кожною мовою), у форматі, придатному для розуміння загальною аудиторією (науково-популярним стилем) (Додаток 4 до звіту).*

Додаток 1 до проміжного звіту

Перелік виконавців проєкту з оплатою праці

№	Прізвище, ім'я, науковий ступінь, вчене звання	Основне місце роботи або здобуття освіти	Зазначити вік та наявність статусу молодого вченого (на момент подання звіту)	Посада за проєктом (або ЦПД) та роль у проєкті (керівник, відповідальний виконавець, виконавець, студент, аспірант тощо)	Основні завдання у проєкті (стисло зазначити функції)
1	Колосок Світлана, к.е.н., доцент	Сумський державний університет	38 років	п.н.с., керівник	Координація дій виконавців над реалізацією завдань проєкту, підготовка наукових публікацій, підготовка звітної документації за проєктом, підготовка матеріалів для отримання охоронних документів на ОПВ, презентація та дисемінація результатів дослідження.
2	Чигрин Олена, д.е.н., доцент	Сумський державний університет	47 років	п.н.с., відповідальний виконавець	Підготовка звітної документації, підготовка наукових публікацій, ведення таблицю.
3	Олефіренко Олег, д.е.н., професор	Сумський державний університет	43 роки	п.н.с., виконавець	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
4	Білан Юрій, доктор хабілітований, доцент	Сумський державний університет	45 років	с.н.с., виконавець	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
5	Вакуленко Ігор, к.е.н.	Сумський державний університет	37 років	с.н.с., виконавець	Подання заявок на міжнародні наукові гранти.
6	Старченко Людмила, к.е.н., доцент	Сумський державний університет	43 роки	с.н.с., виконавець	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
7	Квілінський Олексій, д.е.н., доцент	Сумський державний університет	45 років	с.н.с., виконавець	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
8	Хорунжий Артур	Сумський державний університет	22 роки	ЦПД, студент	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.

№	Прізвище, ім'я, науковий ступінь, вчене звання	Основне місце роботи або здобуття освіти	Зазначити вік та наявність статусу молодого вченого (на момент подання звіту)	Посада за проектом (або ЦПД) та роль у проекті (керівник, відповідальний виконавець, виконавець, студент, аспірант тощо)	Основні завдання у проекті (стисло зазначити функції)
9	Сущенко Анна	Сумський державний університет	20 років	ЦПД, студент	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
10	Шимошенко Анастасія	Сумський державний університет	19 років	ЦПД, студент	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
11	Хоменко Лілія	Сумський державний університет	35 років, молодий вчений	ЦПД, аспірант	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.
12	Іскаков Андрій	Сумський державний університет	30 років, молодий вчений	ЦПД, аспірант	Підготовка наукових публікацій, документів та звітів.

Додаток 2
до проміжного звіту

Копії наукових публікацій, охоронних документів, іншої друкованої наукової продукції

Додаток 3
до проміжного звіту

Копія витягу з протоколу засідання відповідної ради (органу) щодо результатів розгляду проміжного звіту

Додаток 4
до проміжного звіту

Анотація основних результатів звітнього етапу проєкту

Тема: **«Економіко-математичне моделювання та технології управління транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення»**, № 0123U101920. Науковий керівник – к.е.н., доцент Колосок С.І.

Обсяг фінансування на повний період 4050 тис. грн, у т.ч. на 2023 р. – 1050 тис. грн.

Під час виконання НДР були одержані такі **нові наукові результати**:

1. Досліджено закономірності транскордонної взаємодії критичних енергетичних систем в умовах глобальних безпекових викликів. Встановлено ключові тенденції та кластери у сфері управління процесами сталого розвитку, поширення процесів IoT та відновлюваної енергетики.

2. Нові фундаментальні засади забезпечення енергобезпеки критичної транскордонної енергетичної інфраструктури для протидії та пом'якшення каскадним ефектам у сучасних кіберфізичних системах під дією фізичних, цифрових і гібридних загроз.

3. Розроблено наукові засади трансформації транскордонних енергетичних систем з точки зору посилення кібербезпеки енергетичного сектору. На основі узагальнених сучасних передових досліджень з питань оцінки стану енергосистем показано основні вразливості сучасних кібер-фізичних енергетичних систем.

4. Методологія процесу прийняття рішень при управлінні транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення, враховуючи генезис конфліктів й протиріч стейкхолдерів для забезпечення зеленої конкурентоздатності в межах сталого розвитку.

Практична значимість отриманих результатів. Основні наукові положення доведено до рівня методичних розробок і практичних рекомендацій, що можуть бути використані органами законодавчої та виконавчої влади, органами місцевого самоврядування в період післявоєнного відновлення країни, а також закладами освіти та профільними громадськими об'єднаннями. Отримано 1 акт впровадження результатів реалізації проєкту у господарську практику приватної компанії та одержано 1 акт впровадження результатів реалізації проєкту у навчальний процес при викладанні дисциплін «Безвуглецева економіка ЄС: найкращі практики для України» та «Соціальна та солідарна економіка». За тематикою НДР виконавці отримали 1 грант у UCL Energy Institute (Лондон, 2023-2024) та 1 грант програми ЄС Еразмус+. У 2023 виконавці НДР працювали за 3 міжнародними науковими грантами Jean Monnet програми ЄС Еразмус+.

Оприлюднення і апробація результатів. За результатами НДР у 2023 р. було опубліковано 8 наукових статей, у т.ч. 3 статті у журналах, що індексується в БД Scopus та/або WoS (3 статті у журналах з кuartилів Q1 та Q2), 5 статей у фахових виданнях України; 3 розділи монографій офіційними мовами ЄС; 1 публікація у матеріалах конференцій з індексацією в БД Scopus. Науково-практичні результати проєкту були представлені на 2 міжнародних комунікаційних форумах. Подано 4 заявки на видачу охоронних документів про реєстрацію авторського права на твір.

Theme: "**Economic and mathematical modeling and management technologies of cross-border energy security in the conditions of military operations and post-war reconstruction**", № 0123U101920. Principal investigator - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor S. Kolosok.

The funding for the project period is UAH 4050 thousand, including UAH 1050 thousand for 2023.

The following **new scientific results** were obtained during the research work:

1. The regularities of cross-border interaction of critical energy systems in the context of global security challenges are studied. Key trends and clusters in managing sustainable development processes, the spread of IoT processes and renewable energy have been established.

2. New fundamental principles of ensuring energy security of critical cross-border energy infrastructure to counteract and mitigate cascading effects in modern cyber-physical systems under the influence of physical, digital and hybrid threats.

3. The scientific principles of the transformation of cross-border energy systems from the point of view of strengthening the cyber security of the energy sector have been developed. The principal vulnerabilities of modern cyber-physical energy systems are shown based on generalized current advanced research on assessing the state of energy systems.

4. The methodology of the decision-making process in managing cross-border energy security in the conditions of military actions and post-war recovery, considering the genesis of conflicts and contradictions of stakeholders to ensure green competitiveness within the framework of sustainable development.

Practical significance of the results. The main scientific provisions have been brought to the level of methodological developments and practical recommendations that legislative and executive authorities can use, local governments during the country's post-war reconstruction, as well as educational institutions and specialized public associations. One act of implementation of the project resulted in the business practice of a private company received, and one act of implementation of the project resulted in the educational process of teaching the disciplines "EU Carbon-Free Economy: Best Practices for Ukraine" and "Social and Solidarity Economy". The researchers received one grant from the UCL Energy Institute (London, 2023-2024) and one from the EU Erasmus+ program. In 2023, the researchers worked on three international Jean Monnet research grants of the EU Erasmus+ program.

Publication and testing of results. Based on the results of the research in 2023, 8 scientific articles were published, including three papers in journals indexed in the Scopus and/or Web of Science (three papers in journals from quartiles Q1 and Q2), five pieces in professional publications of Ukraine; three chapters of monographs in the official languages of the EU; one publication in conference proceedings with indexing in the Scopus database. The scientific and practical results of the project were presented at two international communication forums. Four applications were filed to issue copyright registration documents for the work.