

**Д. О. Лазаренко,**

*доктор економічних наук, професор,*

ORCID 0000-0002-9957-6311,

e-mail: lazd77@gmail.com,

*Державний податковий університет, м. Ірпінь,*

**В. І. Ляшенко,**

*доктор економічних наук, професор,*

ORCID 0000-0001-6302-0605,

e-mail: slaval.aenu@gmail.com,

**В. П. Уткін,**

*аспірант,*

ORCID 0000-0003-4087-686X,

e-mail: uvp1307@gmail.com,

*Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ*

## СТРУКТУРНІ МОДЕЛІ ЦИРКУЛЯРНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КЛАСТЕРІВ

**Вступ.** В Україні, окрім великої кількості втрат життів, війна спричинила також серйозні зміни в бізнес-середовищі, що додатково поглибило шкоду, завдану пандемією, і належні звичайним бізнес-процесам. Зміни стосуються енергетичного та виробничого секторів. Поточна ситуація є небаченою як для України, так і для світу. Бізнес-індустрія переживає шок. Ніхто не був готовий до настільки значного економічного удару, якого зазнали під час пандемії. Навіть компанії, що займаються невеликим бізнесом у регіонах, розуміють важливість розширення своїх регіональних або місцевих виробничих центрів. Багато великих підприємств прагнуть вертикальної інтеграції, щоб подолати проблеми, пов'язані з кризою у міжнародних поставках. США та Європа планують грошові витрати на підтримку власного виробництва, розвитку кластерів з метою зменшення залежності від азійських виробників. Головним напрямком змін в бізнес-моделях є розвиток власного виробництва та незалежності від міжнародних поставок.

Україна вперше впроваджує циркулярні біоенергетичні кластери, що забезпечують міста енергією, вирішують проблеми з відходами та сприяють сталому розвитку громад. Навіть у контексті війни, країна успішно підключила до газорозподільних мереж перший завод з виробництва біометану. Це унікальна ситуація, оскільки ніде в світі не було такого початку розвитку ринку біометану, коли в умовах військових конфліктів та щоденних терористичних обстрілів країна запускає нові енергетичні проекти, забезпечуючи тим самим свою енергонезалежність. Перший біометан виробляється на Чернігівщині, регіоні, що постраждав від окупації та руйнування. Це додає особливого значення тому, що саме тут з'явився перший завод з виробництва екологічного заміника природного газу, який використовується як засіб забезпечення безпеки та геополітичного

впливу на Європу. Варто зазначити, що в умовах війни та значних руйнувань енергосистеми, природний газ став часто єдиним стабільним джерелом енергії. Тому наявність повноцінного заміника природному газу, який виробляється місцево і не залежить від видобутку чи імпорту, має велике значення.

**Мета дослідження** полягає у визначенні факторів, які сприятимуть стійкій трансформації бізнес-моделей української циркулярної економіки в контексті модернізації післявоєнного відновлення. Особлива увага приділяється моделям циркулярних кластерів з виробництва біометану у рамках процесу євроатлантичної інтеграції.

В Україні активно розвивається кластерна еко-система стартапів, які спрямовані на застосування цифрових технологій у передовому виробництві продукції подвійного призначення, робототехніці, штучному інтелекту та Інтернеті речей. На сучасному етапі кластерні об'єднання отримують інформаційну підтримку від зростаючої спільноти наукових і технологічних експертів, які сприяють просуванню циркулярної моделі бізнес процесів. Це здійснюється шляхом стимулювання використання біоенергетичних ресурсів.

Найбільш показовими в Україні є біоенергетична циркуляризація Запорізького кластеру «Інжиніринг – Автоматизація – Машинобудування» (ІАМ), який, незважаючи на ризики наближення до зони бойових дій, за результатами 2022 року показав зростання кількості своїх членів на 25% (з 20 до 25), серед яких: «Запорізьська ТПП», ТОВ «УкрстандартСертификація», «Енергопром», «Talko», «Тріада», ТОВ «Запорожжкран», ЕАМ «Запоріжжя», ПрАТ «InfocomLTD», ТОВ «Сатурн», «Atico», «Ассоль», «GreenSystem», «Гранік» тощо [1].

Ключовими факторами зростання циркулярних процесів в кластері є наступні організаційні заходи:

1. Широкі обміни з іншими кластерами УКА – кластер здійснює активні обміни щодо виробничої та інноваційної інтернаціоналізації з Харківськими і Вінницькими кластерами.

2. Фокус на спільних потребах і проектах – кластер регулярно проводить акції на підтримку своїх членів у ЗСУ, а також кооперувався в інших завданнях розвитку.

3. Регулярний нетворкінг – щомісячно кластер проводить 2-3 офлайн-зустрічі своїх членів, а також численні онлайн-наради.

4. Донорська підтримка – підтримка GIZ кластерного менеджменту була одним із найважливіших чинників виживання та зростання кластеру в умовах війни.

Протягом 2021-2022 рр. відбулося об'єднання кластерів України, які досягли певних успіхів у сферах циркулярної економіки. В одному ресурсному центрі «Мережа енергетичних кластерів» об'єдналися 6 кластерних учасників українського кластерного альянсу: Прикарпатський екоенергетичний кластер, Агенцію АСТАР (проект Бурштин+), Львівський кластер енергетичного приладобудування, Сумський кластер енергетичного машинобудування та дотичні кластери (TBD).

Виділимо 4 ключових напрямки біоенергетичних кластерів промислових кластерів (рис. 1):

- сучасні матеріали;
- виробничі технології;
- циклічна промисловість;
- чиста промисловість.



Рис. 1. Ключові напрямки біоенергетичних промислових кластерів

На рис. 2 показано відсоткова частка кластерних політик (національна, регіональна, галузева, загальна), які надають підтримку певній категорії бенефіціарів. Найбільш цільовими групами бенефіціарів циркулярної біоенергетики за різними типами політики є МСП (94%), науково-дослідні організації

(87%), кластерні організації та асоціації (81%). Менша частка належить великим фірмам (72%), стартапам (70%), технологічним центрам (67%). Найменш цільовими групами є бізнес-асоціації (48%), основне населення (44%), політичні діячі (27%) та неурядовим організаціям (26%).

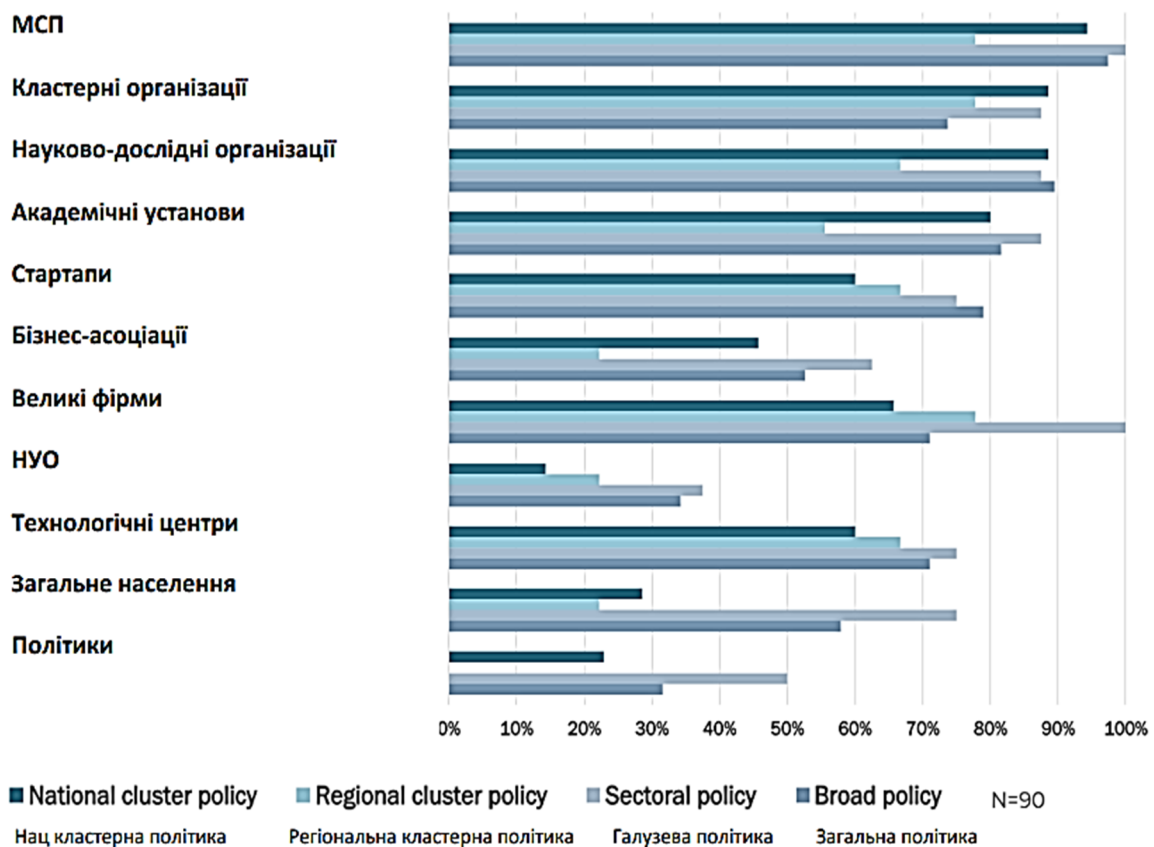


Рис. 2. Бенефіціари циркулярних біоенергетичних кластерів

Аналізуючи кластерних бенефіціарів, можна помітити, що концепції, що ґрунтуються на використанні біоресурсів, мають тих самих користувачів, що й концепції, що базуються на загальній або галузевій політиці стосовно підтримки циркулярної економіки (кластерні організації, малі та середні підприємства, дослідницькі та академічні установи). Таким чином, з урахуванням результатів програм, фінансові донори більше зацікавлені в безпосередніх інвестиціях у основну діяльність кластеру і вкладають менше у довгострокові соціально-економічні проекти, що виникають внаслідок стартапів, підтримки бізнес-асоціацій та інших ініціатив.

Структура та форма циркулярних біоенергетичних кластерів залежать від організаційних структурних моделей, які залежать від кількості та функціональних ознак учасників кластеру.

*Протокластерна модель* економічного об'єднання є найпростішою з моделей формування і розвитку кластерів, яка базується на стадіях розвитку кластера, починаючи з протокластерної фази і складається з декількох основних підприємств, які концентрують різні види ресурсів (людські, природні, виробничі), та супутніх учасників (більше 10), пов'язаних між собою економічними відносинами (рис. 3).

Протокластерна модель включає такі етапи:

1. Формування базових умов для розвитку кластера, таких як наявність необхідної інфраструк-

тури, науково-технічного потенціалу, кваліфікованих кадрів, інвестиційних ресурсів та ін.

2. Формування групи потенційних учасників кластера, які можуть бути зацікавлені в співпраці та спільному розвитку.

3. Встановлення контактів та спілкування між потенційними учасниками кластера, проведення обміну інформацією та досвідом.

4. Формування ідеї спільного проекту, який може бути активований з використанням спільних ресурсів та зусиль.

5. Реалізація проекту та розвиток кластера.

Протокластерна модель в циркулярній економіці сприяє підвищенню продуктивності у розвитку кластерів та створенню сприятливого середовища для приваблення інвестицій та зростання малого та середнього бізнесу (Агропромисловий кластер Причорномор'я, Львівський Кластер Моди та Дизайну, Український інтер'єрний дизайнерський та меблевий кластер "ЕФ КЛАСТЕР", Вінницький плодово-ягідний переробний кластер "Яблуневий шлях" тощо).

*Моноцентрична кластерна модель* біоенергетичних кластерів має якірне велике підприємство і стійкі комунікаційні зв'язки між учасниками, які зберігають лінійний характер інноваційної діяльності та залежить від державної діяльності (рис. 4).

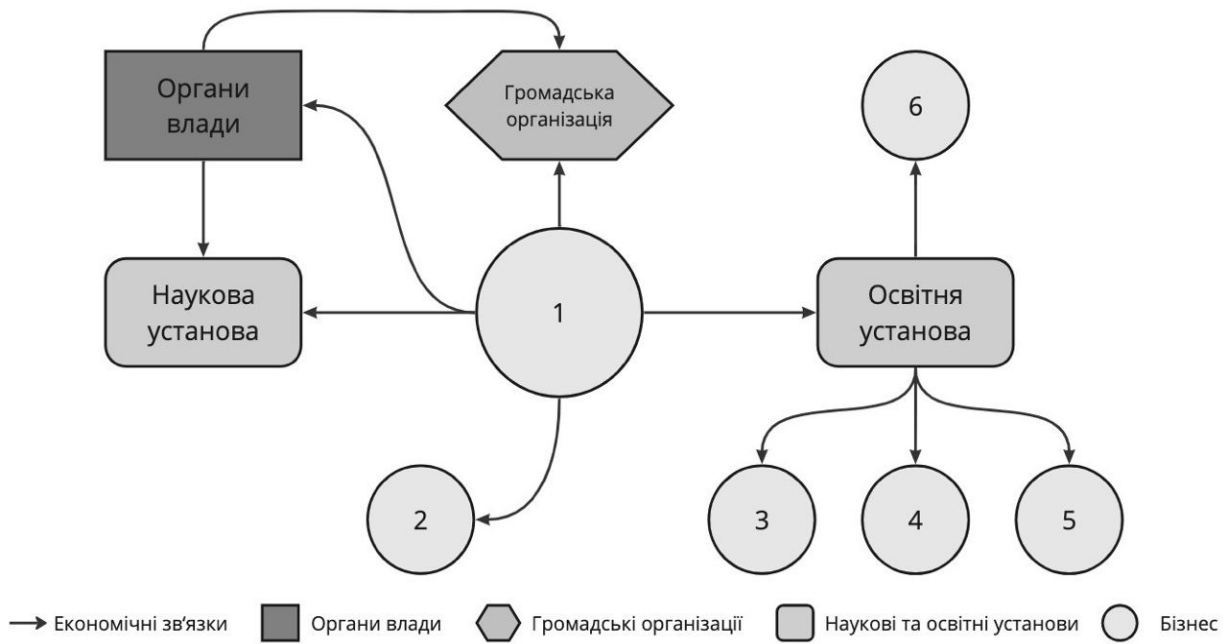


Рис. 3. Протокластерна модель біоенергетичних кластерів

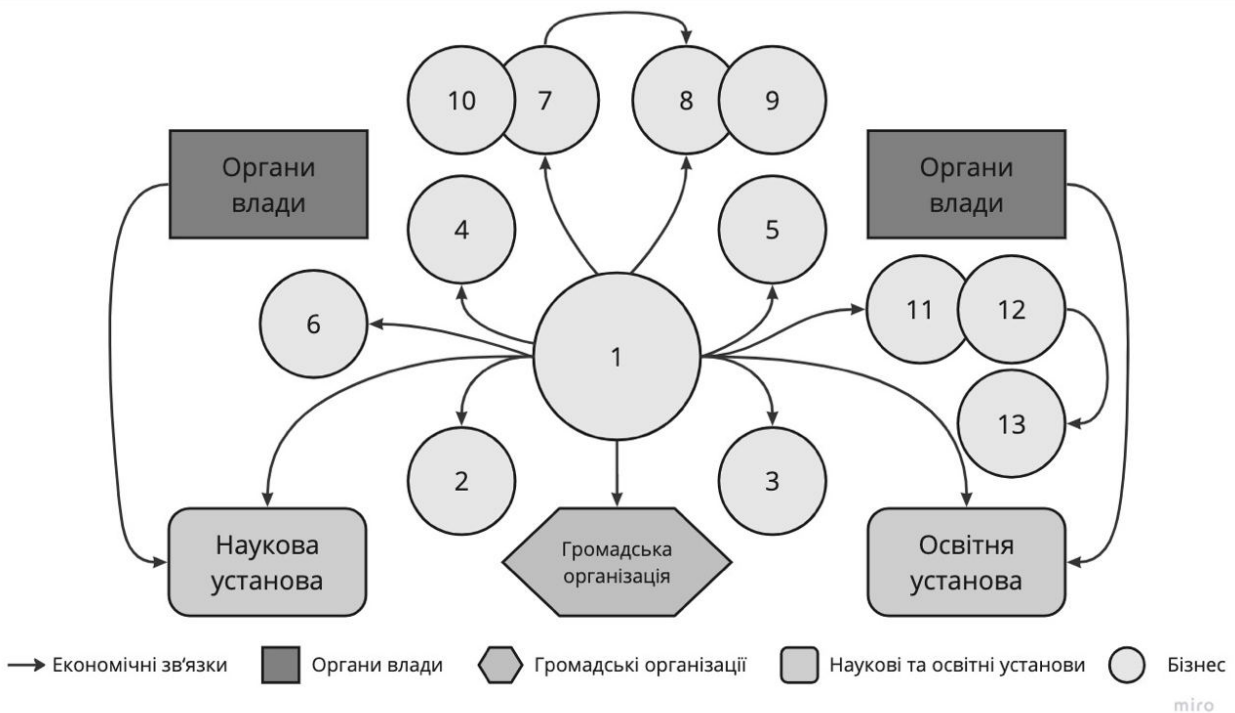


Рис. 4. Моноцентрична кластерна модель біоенергетичних кластерів

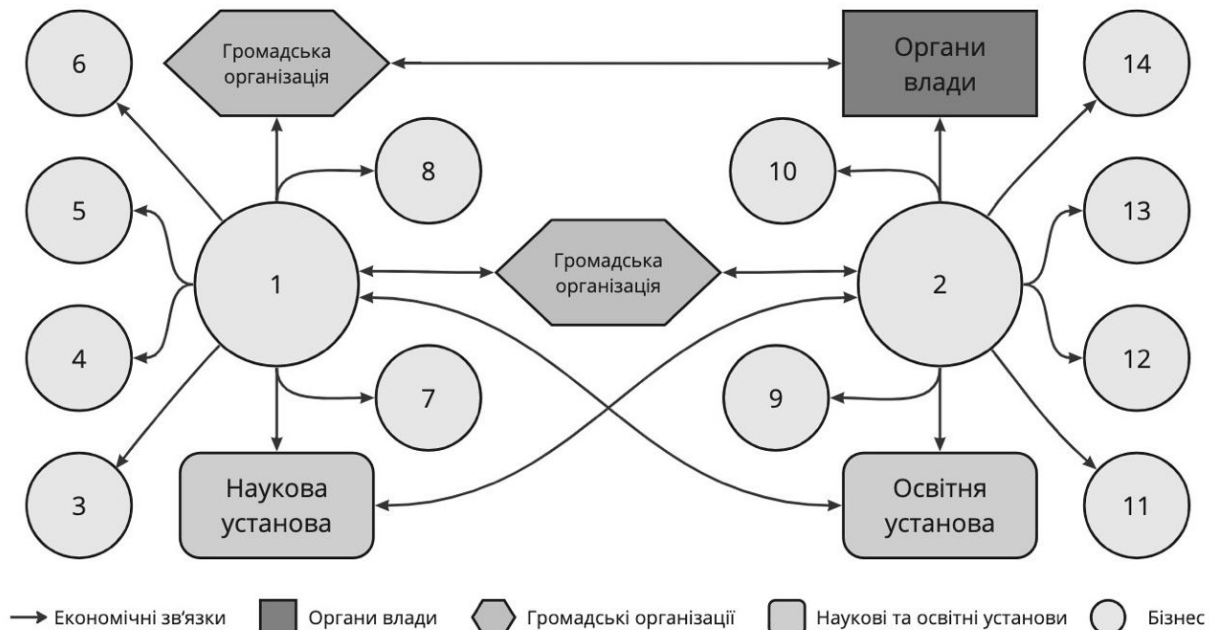
Моноцентрична кластерна модель економічної інтеграції передбачає, що один центр витягує до себе ресурси та інвестиції, у результаті чого формується кластерна структура. Ця модель ґрунтується на ідеї, що економічна активність в кластері буде більш ефективною, якщо бізнес-підприємства знаходяться поряд з великими лідерами в енергетичній галузі або виробництві.

У моноцентричній кластерній моделі економічного об'єднання, кластер формується навколо або в

межах основного регіону, яке має значний вплив на економічний розвиток всередині кластера. Зазвичай, центральна галузь, така як енергетика, виступає основним каталізатором економічного зростання в моноцентричній кластерній моделі. У цьому випадку підприємства, які спеціалізуються на постачанні компонентів для виробництва автомобілів або розробці програмного забезпечення, можуть знаходитися поруч з основним виробником та взаємодіяти з ним для досягнення спільних цілей.

Основною перевагою моноцентричної кластерної моделі є можливість співпраці підприємств в кластері, обміну знаннями та ресурсами, а також слідкування за новими тенденціями та інноваціями. Це сприяє підвищенню продуктивності та ефективності, а також зменшенню витрат на дослідження та розробку. Крім того, моноцентрична кластерна модель може залучати більше інвестицій та фінансової підтримки.

*Поліцентрична модель біоенергетичних кластерів* формується шляхом фокусування інфраструктури навколо декількох рівноважних центрів (1, 3) активного розвитку інновацій. Кооперація і спеціалізація концентрується на базі взаємовигідних кейсів та взаємоузгоджених діяч. Кластер постає цілісною економічною системою з механізмами саморозвитку і самореалізації (рис. 5).



**Рис. 5. Поліцентрична модель біоенергетичних кластерів**

Модель поліцентричного кластерування відображає економічну інтеграцію, в якій учасники об'єднуються у кластери, що відповідають регіональним групам зі своєю автономною економікою. Кожен кластер може мати свій рівень інтеграції та правила функціонування, які встановлюються залежно від характеру кластеру та його учасників.

У такій моделі кластери є незалежними правовими суб'єктами, які мають значну ступінь автономії та відповідальності за свою економічну систему. Це дозволяє краще враховувати потреби кожного регіону та забезпечує більш гнучкий підхід до регулювання торгівлі, інвестицій та інших аспектів економічної інтеграції.

Прикладом такої моделі є створений у 2017 р. перший в Україні агрофудкластер Agro Food Cluster Kharkiv, що стало позитивним кроком для розвитку аграрного сектору економіки Харківської області. П'ять компаній - "Артика", "Юнітек", "Паритет Агро", м'ясокомбінат "М'ясний" і юридична фірма ІЛФ в Харкові об'єднали виробників та переробників агропродукції, а також компанії з суміжних секторів – транспортної логістики, складування, продажу та права [11].

Поліцентрична модель створення кластерних екосистем сприяє розвитку міжрегіональної торгівлі, зменшенню економічного відставання менш

розвинених регіонів та стимулюванню економічного зростання. Більш того, вона дозволяє кожному регіону зберігати свою унікальність та розвивати власний потенціал, що сприяє зміцненню конкуренції та інноваційності.

Однак така модель може викликати зростання адміністративних витрат та незбалансованість розвитку різних регіонів, що може вплинути на їх конкурентоспроможність.

Поступове нарощування конкурентних переваг і ланцюгів доданої вартості, активізація інноваційної та зовнішньоекономічної діяльності перетворює поліцентричний кластер в інтегровану систему. Підвищення мобільності ресурсів та учасників кластерних систем, інтернаціоналізація кластерних ініціатив сприяє формуванню великих глобальних мегакластерних моделей (рис. 6).

Мегакластерна модель економічної інтеграції є підходом до соціально-економічного розвитку, який ґрунтується на ідеї синергії. Цей підхід передбачає об'єднання підприємств у кластери, які взаємодіють між собою, обмінюються досвідом, ресурсами, інноваціями та знаннями. Така взаємодія сприяє створенню економічних переваг як для учасників кластеру, так і для територіальної громади в цілому.

Мегакластерна модель є ефективним інструментом для розвитку регіональної економіки, ос-

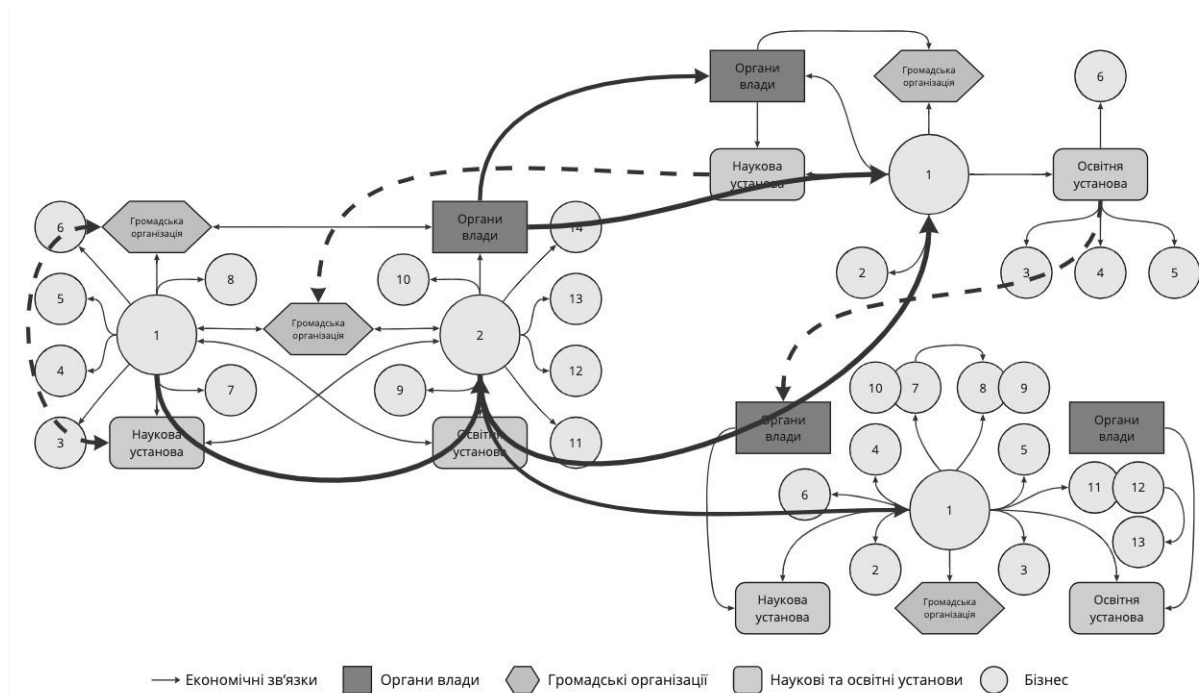


Рис. 6. Глобальна кластерна модель (мегацентр)

кільки сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств, створенню нових робочих місць та підвищенню якості життя населення. Крім того, мегакластери можуть створювати сприятливі умови для залучення інвестицій, технологій та інновацій.

Одним з прикладів мегакластерної моделі є Silicon Valley в США, де підприємства в галузі інформаційних технологій об'єдналися для спільної роботи над проектами та розвитку нових технологій.

#### Література

1. Звіт стратегічної сесії УКА. URL: <https://www.clusters.org.ua/blog-single/uca-strategic-session-2023-1>.
2. Про затвердження типового положення про агенцію регіонального розвитку: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2016 р. № 258. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/258-2016-p#Text>.
3. Карапетян Е. Т. Конкурентні переваги кластера як основа підвищення інвестиційної активності регіону. *Економічний аналіз*. 2018. Т. 28. № 3. С. 21-26. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2018.03.021>.
4. Коляденко С. В. Кластерний підхід як інструмент підвищення конкурентоспроможності регіонального лісопромислового комплексу. *Ефективна економіка*. 2012. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1622>.
5. Кластери – як драйвери розвитку та протидії кризовим явищам. Дайджест № 5. *Аналітичний Центр Industry4Ukraine*. URL: <https://www.industry4ukraine.net/digest-5/>.
6. Крайні проекти та практики регіонального розвитку єс в індустрії 4.0. *Дайджест Платформа промислових та хайтек секторів*. URL: <https://www.industry4ukraine.net/eu-regional-development-in-industry-4-0/>.
7. Ластівка М. В. Теоретичні основи формування та розвитку інноваційних кластерів в Україні. Глобальні та національні проблеми економіки. *Вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. 2015. Вип. 5. С. 194-198.
8. Лазаренко Д. О., Уткін В. П. Синергетичні точки потенційної інтеграції багатофункціональних кластерних систем. *Економічний вісник Донбасу*. 2022. № 2 (68). С. 59-66. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2\(68\)-59-65](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2(68)-59-65).
9. Лазаренко Д. О., Трушкіна Н. В., Уткін В. П. Реалізація кластерної політики у рамках стратегії просторового розвитку територій України. *Управління економікою: теорія та практика*: зб. наук. пр. Київ: ІЕП НАН України, 2021. С. 86-106. DOI: <https://doi.org/10.37405/2221-1187.2021.86-105>.
10. Некрасова Л., Попенко С. Формування кластеру як напрямку інноваційного розвитку економіки. *Економіка: реалії часу*. 2014. № 2 (12). С. 132–138. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2014/n2.html>.
11. Харківські виробники сільгосппродукції створили свій кластер. *Пропозиція*. 17.07.2017. URL: <https://propozitsiya.com/ua/harkivski-vyrobnyky-silgospromukciyi-stvoryly-sviy-klaster>.

#### References

1. Zvit stratezhichnoi sesii UKA [Report of the strategic session of the Ukrainian Academy of Sciences]. Retrieved from <https://www.clusters.org.ua/blog-single/uca-strategic-session-2023-1> [in Ukrainian].
2. Pro zatverdzhennia tipovoho polozhennia pro ahentsiiu rehionalnoho rozvytku: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11.02.2016 r. № 258 [On the approval of the standard regulation on the regional development agency: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 11, 2016 No. 258]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/258-2016-p#Text> [in Ukrainian].
3. Karapetian, E. T. (2018). Konkurentni perevahy klastera yak osnova pidvyshchennia investytsiinoi aktyvnosti rehionu [Competitive advantages of the cluster as a basis of investment activity enhancement of the region]. *Ekonomicnyi analiz – Economic analysis*, Vol. 28. no. 3. pp. 21-26. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2018.03.021> [in Ukrainian].

4. Koliadenko, S. V. (2012). Klasternyi pidkhid yak instrument pidvyshchennia konkurentospromozhnosti rehionalnoho lisopromyslovoho kompleksu [The cluster approach as a tool for improving the competitiveness of the regional timber industry]. *Efektivna ekonomika*, 12. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1622> [in Ukrainian].

5. Klasteri – yak draivery rozvytku ta protydii kryzovym yavyscham [Clusters as drivers of development and countering crisis phenomena.]. Digest No. 5. *Analytical Center Industry4Ukraine*. Retrieved from <https://www.industry4ukraine.net/digest-5/> [in Ukrainian].

6. Krashchi proiekty ta praktyky rehionalnoho rozvytku yes v industrii 4.0 [The best projects and practices of regional development of EU in industry 4.0]. *Digest Platform of industrial and hi-tech sectors*. Retrieved from <https://www.industry4ukraine.net/eu-regional-development-in-industry-4-0/> [in Ukrainian].

7. Lastivka, M. V. (2015). Teoretychni osnovy formuvannia ta rozvytku innovatsiinykh klasteriv v ukraini. Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky [Theoretical basis of formation and development of innovative clusters in Ukraine. Global and national economic problems]. *Visnyk Mykolaivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. O. Sukhomlynskoho – Bulletin of the Mykolaiv National University named after V. O. Sukhomlynskyi*, Issue 5, pp. 194-198 [in Ukrainian].

8. Lazarenko, D. O., Utkin, V. P. (2022). Synerhetychni tochky potentsiinoi intehratsii bahatofunktsionalnykh klasternykh system [Synergistic Points of Potential Integration of Multifunctional Cluster Systems]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu – Economic Herald of the Donbas*, 2 (68), pp. 59-66. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2\(68\)-59-65](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-2(68)-59-65) [in Ukrainian].

9. Lazarenko, D. O., Trushkina, N. V., Utkin, V. P. (2021). Realizatsiia klasternoï polityky u ramkakh stratehii prostorovoho rozvytku terytorii Ukrainy [Implementation of the Cluster Policy within the Framework of the Spatial Development Strategy of the Territories of Ukraine]. *Upravlinnia ekonomikoiu: teoriia ta praktyka. Chumachenkivski chytannia – Management of Economy: Theory and Practice. Chumachenko's Annals*, pp. 86-106. DOI: <https://doi.org/10.37405/2221-1187.2021.86-105> [in Ukrainian].

10. Nekrasova, L., Popenko, S. (2014). Formuvannia klasteru yak napriamku innovatsiinoho rozvytku ekonomiky [Cluster formation as the direction of innovative economic development]. *Ekonomika: realii chasu – Economics: time realities*, 2 (12), pp. 132–138 [in Ukrainian].

11. Kharkivski vyrobnyky silhospproduktsii stvorily svii klaster [Kharkiv producers of agricultural products have created their own cluster]. (2017). *Propozytsiia – Offer*, July 17. Retrieved from <https://propozitsiya.com/ua/harkivski-vyrobnyky-silgospproduktsii-stvorily-svii-klaster> [in Ukrainian].

#### **Лазаренко Д. О., Ляшенко В. І., Уткін В. П. Структурні моделі циркулярних біоенергетичних кластерів**

У статті розглядається вплив воєнного конфлікту та пандемії на бізнес-середовище України, особливо на енергетичний та виробничий сектори. В контексті цих змін, важливою виявилася необхідність розвитку кластерних моделей та впровадження циркулярних біоенергетичних кластерів. Україна вперше впроваджує циркулярні біоенергетичні кластери, які забезпечують міста енергією, вирішують проблеми з відходами та сприяють сталому розвитку.

Дослідження фокусується на біоенергетичній циркуляції Запорізького кластеру «Інжиніринг-Автоматизація-Машинобудування», який навіть у умовах військового конфлікту успішно зростає та розвивається, забезпечуючи свою енергонезалежність через виробництво біометану. Дослідження спрямоване на визначення факторів, які сприятимуть стійкій трансформації бізнес-моделей української циркулярної економіки в контексті модернізації післявоєнного відновлення.

В статті також ставиться акцент на розвиток кластерної екосистеми стартапів, спрямованих на використання цифрових технологій та біоенергетичних ресурсів. Зазначається важливість об'єднання кластерів та співпраця з іншими регіонами для досягнення спільних цілей.

Автори розглядають різні моделі організаційної структури циркулярних біоенергетичних кластерів у контексті їх формування та розвитку. Протокластерна модель, моноцентрична модель та поліцентрична модель детально аналізуються щодо їх особливостей, переваг та недоліків. Також обговорюється мегакластерна модель, яка передбачає об'єднання кластерів у великі інтегровані системи з метою створення синергетичних ефектів та сприяння розвитку економіки.

Загалом, дослідження розкриває важливі аспекти розвитку циркулярних біоенергетичних кластерів в умовах подвійного переходу І5.0, враховуючи вплив воєнного конфлікту.

**Ключові слова:** циркулярні біоенергетичні кластери, організаційні структури, протокластерна модель, моноцентрична модель, поліцентрична модель, мегакластерна модель, економічна інтеграція, інновації.

#### **Lazarenko D., Liashenko V., Utkin V. Structural Models of Circular Bioenergy Clusters**

The article examines the impact of the military conflict and the pandemic on the business environment of Ukraine, especially on the energy and manufacturing sectors. In the context of these changes, the need to develop cluster models and introduce circular bioenergy clusters turned out to be important. For the first time, Ukraine is implementing circular bioenergy clusters that provide cities with energy, solve waste problems and contribute to sustainable development.

The study focuses on the bioenergy circulation of the Zaporizhzhya "Engineering-Automation-Machine Building" cluster, which even in the conditions of military conflict is successfully growing and developing, ensuring its energy independence through the production of biomethane. The research is aimed at determining the factors that will contribute to the sustainable transformation of business models of the Ukrainian circular economy in the context of modernization and post-war recovery.

The article also emphasizes the development of a cluster ecosystem of startups aimed at using digital technologies and bioenergy resources. The importance of uniting clusters and cooperation with other regions to achieve common goals is noted.

The authors consider various models of the organizational structure of circular bioenergy clusters in the context of their formation and development. The protocluster model, the monocentric model, the megacluster model, and the polycentric model are analyzed in detail regarding their features, advantages, and disadvantages.

In general, the study reveals important aspects of the development of circular bioenergy clusters in the conditions of the double transition І5.0, taking into account the impact of military conflict.

**Keywords:** circular bioenergy clusters, organizational structures, protocluster model, monocentric model, polycentric model, megacluster model, economic integration, innovations.

