

Онiкiєнко Надiя Володимирiвна

Асистент кафедри менеджменту в будiвництвi,

<https://orcid.org/0009-0004-5257-9349>

Киiвський нацiональний унiверситет будiвництва i архiтектури, Киiв

**АНАЛІТИКО-ПРИКЛАДНЕ Й ОРГАНІЗАЦІЙНО-СТРУКТУРНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ
ПІДПРИЄМСТВ АГРОБУДІВЕЛЬНИХ КЛАСТЕРІВ**

Анотація. У статті досліджено економіко-управлінські аспекти інноваційного розвитку агробудівельних кластерів на основі сучасних теоретико-методологічних передумов і моделей економічної динаміки. Основну увагу приділено аналізу територіально-виробничих кластерів, які сприяють розвитку інновацій та підвищенню ефективності взаємодії між аграрними і будівельними підприємствами. Розглянуто циклічні моделі економічної динаміки (моделі Солоу, Ромера, Кобба – Дугласа) як інструменти для оцінювання впливу інновацій та визначення інноваційного застою. Моделі допомагають пояснити, як економічні процеси розгортаються в різних регіонах під впливом періодичних (циклічних) змін і як ці процеси взаємодіють із просторовими факторами. Метою дослідження є розроблення рекомендацій для покращення управління процесами кластеризації через ефективне використання економіко-математичних моделей та аналізу ризиків, пов'язаних з кластерною організацією. Розглянуто основні переваги територіально-виробничих кластерів, зокрема підвищення продуктивності, інноваційний розвиток та економія на масштабах виробництва завдяки спільному використанню ресурсів. Водночас досліджено ризики, такі як монополізація ринку, висока вартість входу для нових учасників, залежність від регіональної специфіки та надмірна конкуренція між учасниками. Висвітлено важливість інтеграції економіко-математичних моделей у сучасні інформаційні системи управління (BIM (Building Information Modeling) Інформаційне моделювання будівель, ERP (Enterprise Resource Planning) Планування ресурсів підприємства, SCM (Supply Chain Management) Управління ланцюгами постачання), що уможливує ефективніше прогнозувати розвиток кластерів та виявляти чинники, які сприяють або стримують інноваційний розвиток. Отже, пропонуються рекомендації щодо покращення управлінських підходів для мінімізації ризиків і максимізації вигод від кластеризації, особливо в аграрно-будівельному секторі України.

Ключові слова: підприємство; кластер; інноваційний розвиток; девелопмент; економічна динаміка; продуктивність

Постановка проблеми

У сучасних умовах глобалізації та швидких технологічних змін підприємства аграрної і будівельної галузей стикаються з необхідністю адаптації до нових вимог ринку, що вимагає інноваційних підходів до управління й організації виробничих процесів. Одним із найефективніших механізмів підтримки інноваційного розвитку є створення територіально-виробничих кластерів, що сприяють підвищенню продуктивності завдяки спільному використанню ресурсів, інфраструктури та знань. Агробудівельні кластери мають особливий потенціал для розвитку економіки України, оскільки поєднують сильні сторони обох галузей, забезпечуючи синергію та інноваційне зростання. Однак процес кластеризації супроводжується низкою ризиків та викликів, що потребують

глибокого аналізу і розроблення ефективних управлінських механізмів. Важливим елементом цього процесу є застосування економіко-математичних моделей, що дають змогу оцінити економічну динаміку і прогнозувати інноваційний розвиток підприємств у межах кластеру.

По-перше, ці моделі базуються на циклічних теоріях економічного розвитку, що передбачають повторювані фази підйому та спаду економічної активності. Класичні приклади циклів включають короткострокові коливання бізнес-циклів (цикли Кітчина), середньострокові цикли інвестиційної активності (цикли Жугляра), а також довготривалі цикли економічного розвитку, відомі як цикли Кондратьєва. Ці цикли описують, як економічні процеси можуть сповільнюватись і прискорюватись протягом певного періоду часу, що впливає на розвиток різних галузей і регіонів.

Короткострокові коливання бізнес-циклів, відомі як «цикли Кітчина», – це економічні коливання, тривалістю приблизно від 3 до 5 років, які були вперше описані британським економістом Джозефом Кітчином у 1923 р. Ці цикли зазвичай пов'язані з коливаннями запасів на підприємствах, тобто з короткостроковими коливаннями в обсягах виробництва, продажів і запасів товарів. Кітчин вважав, що ці коливання спричинені реакцією підприємств на зміни в попиті та пропозиції, що впливає на ринки через відповідне коригування рівнів виробництва та запасів [1].

Середньострокові цикли інвестиційної активності, відомі як «цикли Жугляра», – це економічні цикли тривалістю від 7 до 11 років, які були вперше описані французьким економістом Клеманом Жугляром у 1860 р. Вони відображають коливання в інвестиційній активності, що впливають на рівень економічного зростання. Основними факторами цих циклів є коливання у рівнях інвестицій в основний капітал, включаючи заводи, обладнання та інфраструктуру [2].

Жугляр стверджував, що коливання в інвестиціях призводять до фаз економічного зростання, піку, спаду і відновлення, які повторюються через певні періоди. Причиною таких циклів є зміни в прибутковості інвестицій, кредитуванні та доступності фінансових ресурсів, що впливає на темпи розвитку економіки. Вони часто супроводжуються змінами в процентних ставках і рівнях інфляції, оскільки економічні агенти реагують на доступність фінансування та очікування щодо майбутнього попиту.

Основна причина таких коливань полягає в тому, що виробники не можуть швидко адаптуватися до змін на ринку: виробництво і поповнення запасів часто випереджає зміни у попиті або реагує із запізненням. Ці цикли є частиною загального бізнес-циклу і часто накладаються на довші економічні цикли, такі як середньострокові інвестиційні цикли або довгострокові цикли Кондратьєва.

По-друге, теоретичною основою для моделей є концепції «просторового розвитку», зокрема територіальної концентрації економічної активності, кластеризації та просторової диференціації. Наприклад, теорія центральних місць В. Крісталлера [3] або модель агломераційних процесів Дж. Тюнена [4] підкреслюють, що різні регіони мають специфічні економічні функції і взаємодіють між собою через обмін товарами, капіталом і людськими ресурсами. Територіальні цикли також можуть відображати коливання економічної активності, коли одні регіони процвітають, а інші переживають спад.

По-третє, методологічна основа цих моделей включає «математичне моделювання динаміки економічних процесів» у просторі та часі.

Використовуються економетричні методи, диференціальні рівняння, просторово-часові моделі та системи моделювання економічної поведінки в регіонах для відображення взаємозв'язку між економічними циклами та територіальною динамікою.

По-четверте, важливою передумовою є вивчення «структурних змін у регіональних економіках», які впливають на їхню здатність адаптуватися до циклічних змін. Це включає вплив інновацій, змін у структурі виробництва, інвестиційних потоків та змін у регуляторній політиці на економічну динаміку різних регіонів. Ці фактори можуть підсилювати або послаблювати циклічні коливання.

Отже, моделі циклічної економічної динаміки враховують складну взаємодію циклів економічної активності, територіальних особливостей розвитку та структурних змін у регіонах, допомагають передбачати зміни в економіці залежно від просторових і тимчасових факторів, що робить їх важливим інструментом для кластерної економічної політики та планування розвитку.

Мета статті

Метою цієї статті є аналіз економіко-управлінського інструментарію інноваційного розвитку підприємств агробудівельного кластеру і його вплив на підвищення їх конкурентоспроможності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Визначення кластеру можна знайти в роботах різних науковців. Зокрема, Майкл Портер у своїй книзі "Конкурентні переваги націй" (1990) описує кластери як географічно обмежені групи взаємопов'язаних компаній, постачальників та асоційованих установ, які взаємодіють для підвищення конкурентоспроможності. Інші дослідники в своїх працях [5 – 8] підкреслюють важливість кластерів для інноваційного розвитку й економічного зростання. У статтях, присвячених економіці регіонів, також наводяться визначення кластерів як системи взаємопов'язаних підприємств, які сприяють розвитку конкретних галузей в певних регіонах [9 – 11]. Це дає змогу побачити кластери як важливий інструмент для стимулювання економічної активності та зростання.

У своїх роботах [12 – 14; 17] науковці розглядають концепцію кластерів як важливий елемент сучасної економічної теорії і практики. Кластери сприяють зниженню витрат на трансакції і підвищенню продуктивності, оскільки економія масштабу та тісна співпраця між компаніями уможливають ефективніше використовувати

ресурси, що стимулюють інновації через обмін ідеями та знаннями, що пришвидшує впровадження нових технологій і покращує позиції на ринку. Підприємства, що входять до кластерів, отримують перевагу завдяки доступу до спільних ресурсів і знань. Дослідження [15] підкреслює, що кластерний підхід стає важливим інструментом для державної політики, оскільки уряди можуть підтримувати економічне зростання, інвестуючи в розвиток ключових кластерів.

У своїй праці [16] автори досліджують можливості та виклики інтеграції підприємств різних галузей в аграрно-будівельні кластери, розглядають приклади з України та Європи, зосереджуючись на оптимізації виробничих процесів і ресурсів, що дає змогу підвищити ефективність співпраці, розкривають економічні переваги кластерної інтеграції, а також аналізують основні фактори успіху таких проєктів.

Виклад основного матеріалу

У законодавстві України не наводяться визначення поняття «кластер» та його видів, однак законодавець пропонує створювати кластер у такій організаційно-правовій формі, як об'єднання підприємств на основі територіальної локалізації.

Однією з перших причин, з яких процеси кластеризації в Україні не розвиваються, є відсутність єдиної систематизованої інформаційної бази про наявні та потенційні кластери. Також є потреба підтримки кластерних ініціатив з боку держави, нестача довіри між органами державної влади і бізнесом та громадськістю. Проблемною є відсутність напрацьованої бази нормативно-правового врегулювання створення і функціонування кластерів в економіці України та на будівельно-аграрному просторі, суттєва причина чого вбачається в недостатності традиційних теоретичних підходів для осмислення кластеру як нового суб'єкта економічних і правових відносин. Залишається невизначеність з головних питань щодо теоретичних засад і законодавчого забезпечення створення і діяльності кластерів в економіці України.

По суті ж *кластери є об'єднаннями підприємств*, однак законодавство про об'єднання підприємств конкретно не передбачає такого виду. Статтями 120 та 127 Господарського кодексу України передбачається можливість утворення об'єднань підприємств інших видів, ніж ті, що передбачені кодексом. Спеціальний закон, який регулює діяльність кластера як форми об'єднання підприємств, відсутній, хоч у прийнятті такого закону є сенс з урахуванням визначального перспективного значення цієї організаційно-правової форми для періоду інформаційно-мережевої економіки [18].

Важлива відмінність кластера від інших форм економічних об'єднань полягає в тому, що підприємства-учасники кластера не йдуть на повне злиття як «єдиної економічної одиниці», а створюють механізм взаємодії, що уможливило їм зберегти статус самостійної господарської одиниці та при цьому співпрацювати з іншими суб'єктами, що утворюють кластер, і за його межами. Концепція діяльності кластера як об'єднання підприємств має низку відмінних рис з концепцією «консолідованих груп» (коли материнська компанія володіє та/або контролює дочірні), які полягають у меті та формі створення, складі та механізмі взаємодії між учасниками, центральному органі управління, територіальному розміщенні [19].

Імплементация кластерного підходу в розвиток підприємств має наукове обґрунтування, що базується на кількох ключових концепціях:

1. *Теорія конкурентних переваг.* Майкл Портер у своїй роботі про конкурентні переваги підкреслює важливість географічної близькості для компаній, які можуть спільно використовувати ресурси, технології та інформацію. Кластери сприяють створенню більш конкурентоспроможного середовища завдяки спільному доступу до знань і інновацій.

2. *Економія від масштабу та зростання.* Кластери дають змогу компаніям досягати економії від масштабу, знижуючи витрати на виробництво та розподіл. Концентрація підприємств у певній галузі також сприяє зростанню інфраструктури та кваліфікованої робочої сили.

3. *Інноваційний потенціал.* Кластери створюють умови для інновацій, оскільки компанії взаємодіють між собою, обмінюються ідеями та технологіями. Це підвищує шанси на розроблення нових продуктів і послуг.

4. *Соціальні мережі.* Взаємодія між підприємствами в кластері створює соціальні мережі, які сприяють обміну інформацією і досвідом, а також укріпленню відносин між учасниками, що може вести до зростання довіри і спільних ініціатив.

5. *Підтримка з боку держави та установ.* Держава може активно підтримувати розвиток кластерів через програми фінансування, навчання та розвитку інфраструктури і створює сприятливі умови для підприємств.

Отже, кластери виступають як ефективний механізм для імплементации нових моделей розвитку підприємств, що забезпечує синергію, підвищує конкурентоспроможність та сприяє інноваційному розвитку.

Хоча територіально-міжгалузеві кластери мають численні переваги для економічного зростання й інноваційного розвитку, вони також можуть створювати серйозні ризики і виклики, які необхідно враховувати під час їх організації та управління (таблиця).

Таблиця – Характеристика територіально-виробничої локалізації господарської діяльності підприємств агробудівельних кластерів

Аспекти	Опис
Зміни від створення кластерів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Підвищення рівня співпраці. 2. Розвиток інновацій. 3. Формування спеціалізованої інфраструктури. 4. Підвищення економічної стійкості регіону. 5. Зростання зайнятості та залучення інвестицій.
Переваги кластерів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Економія масштабу. 2. Підвищена продуктивність. 3. Інноваційний розвиток. 4. Доступ до кваліфікованих кадрів. 5. Швидке вирішення спільних проблем. 6. Підвищення конкурентоспроможності на міжнародному рівні. 7. Підтримка малого та середнього бізнесу.
Недоліки кластерів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Залежність від регіону. 2. Ризик надмірної конкуренції. 3. Висока вартість входу. 4. Можливість монополізації. 5. Інноваційний застій. 6. Вразливість до глобальних змін. 7. Залежність від політики та регулювання. 8. Екологічні виклики. 9. Обмеженість у диверсифікації. 10. Соціальна нерівність.

У процесі організації та управління територіально-виробничим кластером важливо враховувати низку ризиків, які можуть вплинути на його ефективність та стійкість. Ефективне управління кластером вимагає врахування цих ризиків і розроблення стратегій для їх мінімізації, що уможливить забезпечити стійкий розвиток і конкурентоспроможність на тривалу перспективу.

По-перше, існує *ризик залежності від регіону*, оскільки кластер базується на конкретній території, що може бути вразливою до економічних криз або зміни умов у регіоні (наприклад, проблеми з інфраструктурою чи ресурсами). Будь-які негативні зміни в цьому середовищі можуть спричинити серйозні економічні проблеми для всього кластера.

Класичним прикладом ризику залежності від регіону є Детройт, який у першій половині ХХ століття був центром автомобільної індустрії США, де домінували Ford, General Motors і Chrysler. З 1950-х рр. через глобалізацію та конкуренцію з іноземними автовиробниками (зокрема з Японії)

компанії почали скорочувати виробництво, що призвело до занепаду міста. Населення Детройта скоротилося з 1,85 мільйона у 1950 р. до приблизно 700 тис у 2010 р., а безробіття досягло 28% у 2009 р. Місто оголосило банкрутство у 2013 р. з боргом у 18 мільярдів доларів, що стало найбільшим муніципальним банкрутством в історії США.

Ризиком залежності від регіону в аграрній галузі України є залежність від експорту зернових, зокрема пшениці, з південних і східних регіонів країни. У період з 2010 по 2020 рр. ці регіони забезпечували до 60% експортного виробництва зернових культур. Проте через військовий конфлікт у 2014 р. на сході України та блокування морських портів на півдні у 2022 р., аграрний сектор постраждав від значних втрат, що знизило обсяги експорту на 40% у 2022 р. [20]. Це демонструє вразливість регіону і залежність економіки від конкретних територій.

По-друге, слід зважати на *ризик надмірної конкуренції* між учасниками кластера. Якщо кількість компаній з подібними напрямками діяльності збільшується, це може призвести до зниження рентабельності, що особливо загрожує малим і середнім підприємствам.

Прикладом ризику надмірної конкуренції є ринок смартфонів, де в період з 2010 по 2020 рр. конкуренція між великими виробниками, такими як Apple, Samsung, Huawei, а також новими гравцями на ринку, призвела до значного зниження маржинальності. Наприклад, середня ціна продажу смартфона Samsung знизилася з \$441 у 2010 р. до \$292 у 2020 р., в той час як витрати на розроблення нових моделей і маркетинг зростали. Це призвело до того, що менші компанії, такі як HTC, втратили конкурентоспроможність і частину ринку, скоротивши виробництво і залишивши ринок або зменшивши свою присутність.

В Україні в аграрній галузі прикладом ризику надмірної конкуренції між учасниками кластера є ринок соняшникової олії. З 2010 по 2020 рр. виробництво соняшникової олії зросло на 40%, при цьому Україна контролювала близько 55% світового експорту. Однак конкуренція між великими агрохолдингами, такими як "Кернел" та "Миронівський хлібопродукт", призвела до надмірної концентрації ринку і зниження маржинальності для менших виробників. У результаті малі фермери втратили конкурентні позиції через неможливість конкурувати за ресурси та доступ до ринків збуту [20].

Також важливо враховувати *високу вартість входу* для нових учасників кластера. Вже існуючі компанії можуть мати конкурентні переваги, створюючи бар'єри для нових гравців, що обмежує можливості для розвитку інновацій.

Прикладом ризику високої вартості входу є космічна індустрія, де з 2000 по 2020 рр. основними гравцями залишалися державні агентства та великі корпорації, такі як NASA та Boeing, через значні інвестиції, необхідні для входу на ринок. Наприклад, вартість запуску ракети в 2000 р. становила близько \$18,000 за кілограм вантажу. Навіть із появою нових компаній, таких як SpaceX, вартість входу залишалася високою – лише розвиток Falcon 9 коштував близько \$400 мільйонів. Це значно обмежує можливості для нових учасників ринку без великих фінансових ресурсів.

В аграрній галузі України – це ринок елеваторних потужностей. З 2010 по 2020 рр. кількість сучасних елеваторів для зберігання зерна зросла, але їх будівництво вимагає значних інвестицій – близько \$20–30 мільйонів для створення елеватора на 100 тисяч тонн, що створює бар'єри для малих і середніх фермерів, які не можуть дозволити собі такі інвестиції, що підвищує ризик монополізації ринку з боку великих агрохолдингів, таких як "Кернел" і "Астарта", які вже мають значні потужності зберігання [20].

Крім того, є *ризик монополізації*, коли великі підприємства можуть взяти під контроль ключові ресурси і диктувати свої умови, витісняючи менші компанії і створюючи нерівні умови для всіх учасників. Таким є ринок інтернет-пошуку, де Google домінував з початку 2000-х рр. У 2005 р. компанія контролювала близько 35% глобального ринку пошукових запитів, а до 2020 р. її частина зросла до понад 92%. Така монополізація призвела до зниження конкуренції, оскільки інші гравці, такі як Yahoo і Bing, не змогли суттєво вплинути на ринок. Це також створило ризики для споживачів через зменшення альтернатив і вплив на приватність даних.

Прикладом ризику монополізації в будівельній галузі України є ринок цементу, де з 2010 по 2020 рр. три великі компанії – "Кривий Ріг Цемент", "ХайдельбергЦемент Україна" та "Свроцемент-Україна" – контролювали понад 75% ринку. Це призвело до обмеженого доступу для нових учасників та можливого підвищення цін на будівельні матеріали. У 2019 р. Антимонопольний комітет України навіть відкрив розслідування щодо потенційної змови між найбільшими виробниками для підтримки високих цін на цемент [21].

Також важливо зважати на *вразливість до глобальних змін*. Якщо кластер залежить від певної галузі, зміни на міжнародному ринку або технологічні зрушення можуть негативно вплинути на його економічну стабільність.

Прикладом є текстильна промисловість Бангладеш, яка зіткнулася з ризиком вразливості до глобальних змін після запровадження нових торгових правил і зміни попиту. З 2000 по 2010 р.

текстильний сектор Бангладеш зріс на 78%, ставши другим за величиною експортером одягу у світі. Однак у 2020 р. пандемія COVID-19 призвела до падіння експорту на 18% через скорочення попиту на глобальних ринках і проблеми з ланцюгами постачання. Це показало, наскільки вразлива індустрія, орієнтована на експорт, до глобальних економічних потрясінь.

Залежність від політики та регулювання також є критичним ризиком. Якщо держава змінює свою політику щодо субсидій, регулювання або інвестицій в інфраструктуру, це може стати перешкодою для подальшого розвитку кластера. Прикладом є аграрна галузь України, яка демонструє залежність від політики та регулювання. Зокрема, в період з 2001 по 2020 рр. сільськогосподарське виробництво в Україні зросло на 40%, однак аграрії постійно стикалися зі змінами в державній політиці. Наприклад, мораторій на продаж сільськогосподарських земель, який діяв з 2001 р. і до 2021 р., обмежував розвиток ринку землі та інвестиції. Крім того, державні субсидії та квоти на експорт зернових у 2010-х рр. впливали на можливості аграріїв вийти на міжнародні ринки, що посилювало залежність галузі від державного регулювання.

Не слід забувати про *екологічні виклики*. Велика концентрація підприємств може створювати підвищений тиск на природні ресурси і погіршувати екологічну ситуацію в регіоні, що може призвести до негативних соціальних і економічних наслідків. Прикладом є будівельна галузь України, яка стикається з екологічними викликами через значне забруднення навколишнього середовища та виснаження природних ресурсів. З 2010 по 2020 рр. обсяг будівельних робіт в Україні зріс на 25%, однак це призвело до підвищеного використання матеріалів, таких як пісок та гравій, що спричинило деградацію земель та річок. Крім того, будівельні відходи становлять близько 25% всіх відходів у країні, створюючи проблему їх утилізації. Це посилює екологічні ризики, оскільки нормативна база з охорони довкілля часто є недостатньо ефективною для контролю над впливом будівництва.

Нарешті, існує *ризик обмеженої диверсифікації*. Занадто сильна зосередженість на одній галузі робить кластер вразливим до змін у попиту чи технологіях. Якщо галузь стикається з кризою, це може негативно вплинути на всі підприємства в кластері. Прикладом ризику монополізації в аграрній галузі України є ринок виробництва зернових культур, де з 2010 по 2020 рр. великі агрохолдинги почали займати домінуючі позиції. Наприклад, частина п'яти найбільших агрохолдингів, таких як "Кернел" і "Миронівський хлібопродукт", збільшилася до понад 20% від загального виробництва зерна. Це призводить до зменшення

конкуренції серед малих і середніх фермерів, обмежуючи їх доступ до ресурсів та ринку, що може посилювати економічну нерівність у галузі.

Інноваційний застій може виникнути через надмірну залежність від встановлених взаємодій і локальних зв'язків. Якщо компанії надто зосереджені на підтримці поточних бізнес-моделей і не приділяють уваги новим можливостям розвитку, це може призвести до втрати конкурентоспроможності.

Прикладом інноваційного застою в будівельній галузі України є відставання в запровадженні новітніх енергоефективних технологій. З 2010 по 2020 рр. впровадження сучасних стандартів енергоефективності та будівельних матеріалів залишалося на низькому рівні. За цей період лише 15% нових житлових об'єктів відповідали міжнародним стандартам енергоефективності. Це спричинено як високими витратами на інновації, так і домінуванням традиційних будівельних компаній, які не мали стимулів для впровадження нових технологій через обмежену конкуренцію на ринку.

Інноваційний застій – це явище, за якого процес інноваційного розвитку сповільнюється або припиняється через різні фактори, такі як недостатня конкуренція, відсутність інвестицій або ризиків. Для аналізу цього явища застосовуються різні економіко-математичні моделі, які можуть допомогти кількісно оцінити застій і його причини.

1. *Модель функції виробничої інноваційної діяльності (Кобба – Дугласа)*. Ця модель може використовуватись для оцінювання впливу інновацій на економічний розвиток. Інноваційний застій можна інтерпретувати як ситуацію, коли продуктивність інноваційного капіталу перестає зростати або зменшується. Математичний вираз:

$$Y = A K^{\alpha} L^{\beta},$$

де Y – загальний обсяг продукції; A – рівень технологічного прогресу (інновацій); K – капітал, вкладений в інновації; L – праця, залучена до інноваційної діяльності; α і β – еластичність капіталу і праці відповідно.

Інноваційний застій настає тоді, коли значення A (рівень технологічного прогресу) залишається сталим або починає знижуватись.

2. *Модель інноваційного циклу Солоу*. Модель Солоу допомагає аналізувати вплив інновацій на економічне зростання через технологічні зміни. Вона також може бути застосована для моделювання інноваційного застою.

Рівняння зростання:

$$k = s f(k) - (n + \delta)k,$$

де k – зміна капіталу на душу населення; s – рівень заощаджень (або інвестицій в інновації);

$f(k)$ – виробнича функція, що відображає продуктивність капіталу; n – темп зростання населення; δ – темп амортизації капіталу.

Інноваційний застій настає, коли s (рівень інвестицій в інновації) зменшується до такого рівня, що капітал k перестає зростати, і, як наслідок, технологічний прогрес зупиняється.

3. *Модель Ромерівських інновацій*. Модель зростання Ромера включає роль досліджень та інновацій у довгостроковому зростанні. Інноваційний застій може бути представлений, коли кількість інноваційних продуктів $A(t)$ залишається стабільною або падає.

Формула:

$$A(t) = \delta A(t)^{\alpha} L(t)^{\beta},$$

де $A(t)$ – темп зростання інноваційних ідей; δ – продуктивність досліджень і розробок; $A(t)^{\alpha}$ – наявні знання або кількість інновацій; $L(t)^{\beta}$ – робоча сила, зайнята в інноваційній діяльності; α і β – параметри, що описують еластичність щодо знань та праці.

Інноваційний застій виникає, коли темп зростання $A(t)$ стає нульовим або негативним.

4. *Модель рівноваги Шумпетера*. Ця модель відображає циклічний характер інновацій і застою, пов'язаного зі змінами в інвестиціях та нових технологіях. Інноваційний застій можна моделювати як фазу, коли економічна система перебуває у стані відсутності нових великих технологічних зрушень.

Рівняння:

$$Z = g A - (c I),$$

де Z – загальний рівень інноваційної активності; g – темп технологічного прогресу; A – рівень накопичених знань; c – витрати на впровадження інновацій; I – інвестиції в нові проекти.

Інноваційний застій виникає, коли інвестиції I або темп технологічного прогресу g зменшуються, а отже, рівень Z падає.

5. *Модель індексу інноваційного середовища*. Для визначення застою можуть використовуватись індекси, що вимірюють рівень інноваційного середовища. Наприклад, індекс інновацій може бути визначений як сума зважених факторів:

$$I = w_1 K + w_2 L + w_3 T,$$

де I – індекс інноваційного розвитку; K – обсяг інвестицій в інновації; L – кількість працівників у сфері досліджень та розробок; T – кількість впроваджених технологічних рішень; w_1, w_2, w_3 – вагові коефіцієнти відповідних факторів.

Інноваційний застій визначається, коли індекс I знижується протягом певного періоду часу, що свідчить про зменшення інноваційної активності.

Економіко-математичні моделі, такі як моделі Солоу, Ромера, Кобба – Дугласа та інші, відіграють важливу роль у дослідженні та моделюванні факторів, що впливають на інноваційний розвиток у різних галузях, зокрема в будівництві та аграрному секторі. Їх інтеграція в сучасні інформаційні системи для управління будівництвом і економікою уможливує оптимізувати процеси планування, ресурсного розподілу та підвищення ефективності за рахунок аналізу широкого кола даних.

Інформаційні системи, такі як BIM (Building Information Modeling) для будівельної галузі, ERP (Enterprise Resource Planning) для управління підприємствами, та системи управління ланцюгами постачання (SCM – Supply Chain Management) в аграрному секторі, вже активно використовуються для збирання та аналізу великих масивів даних про виробничі процеси, ресурси, час виконання робіт та інші критично важливі показники. Економіко-математичні моделі можуть бути інтегровані в ці системи з метою покращення прогнозування й управління інноваційними процесами.

Отже, інтеграція економіко-математичних моделей в інформаційні системи будівництва й аграрної економіки не тільки допомагає покращити управління процесами, але й створює потужний інструмент для аналізу та прогнозування інноваційного розвитку в кластерах.

Висновки

У результаті проведеного дослідження було встановлено, що агробудівельні кластери є ефективним інструментом для інноваційного розвитку підприємств, що забезпечує підвищення продуктивності і конкурентоспроможності за рахунок територіальної концентрації ресурсів та інновацій. Інтеграція економіко-математичних моделей, таких як моделі Солоу, Ромера та Кобба – Дугласа, в системи управління (BIM, ERP, SCM) дає змогу підвищити точність прогнозування економічної динаміки та виявити інноваційний застій на ранніх етапах.

Застосування таких моделей допомагає оцінити вплив інновацій на довгостроковий розвиток підприємств, визначити оптимальні шляхи інвестицій і раціональне використання ресурсів у межах кластерних утворень. Водночас необхідно враховувати ризики, зокрема високу вартість входу для нових учасників, ризик монополізації ринку та залежність від регіональних факторів, що можуть впливати на ефективність кластерної організації. Результати дослідження свідчать, що для максимізації вигод від кластеризації необхідно розробити спеціальні управлінські механізми, які б сприяли зниженню ризиків та забезпечували інноваційний розвиток.

Список літератури

1. Kitchin, J. (1923). Cycles and Trends in Economic Factors. *The Review of Economics and Statistics*, 5 (1), 10–16. URL: <https://www.jstor.org/stable/1927031>
2. Juglar, C. (1862). Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis. Guillaumin et Cie. URL: <https://gallica.bnf.fr>
3. Christaller, W. (1933). Central Place Theory. Jena: Gustav Fischer. (Original work in German: Die zentralen Orte in Süddeutschland). 240 p.
4. Thünen, J. H. von (1826). *The Isolated State* (English translation, 1966). Oxford: Pergamon Press. 384 p.
5. Аксельрод Р. Б. Трансформація системи менеджменту будівельних підприємств: методологія та науково-прикладний інструментарій: монографія. Київ: ПП Сердюк В. Л., 2021. 428 с.
6. Системна конфігурація менеджменту будівництва: модернізація методико-аналітичних інструментів: кол. монографія за ред. Г. М. Рижаквої. Київ: Вид-во ДНДІ інформатизації та економіки, 2020. 428 с.
7. Chupryna I., Ryzhakova G., Chupryna K., Tormosov R., Gonchar V. (2022) Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol.1 No.13 (115), p. 6–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251235>
8. Chernyshev D., Ivakhnenko I., Ryzhakova G., & Predun, K., (2018). Implementation of principles of biospheric compatibility in the practice of ecological construction in Ukraine. *International Journal of Engineering & Technology – UAE: Science Publishing Corporation*. Vol 10, No 3.2: Special Issue 2, 584 – 586.
9. Рижаква Г. М. Сучасні особливості та перспективи розвитку інфраструктури ринку інвестицій. *Будівельне виробництво*. 2015. № 58. С. 96–101.
10. Трач Р. В. Рижаква Г. М., Крижановський В. І. Інформаційне моделювання та концепція інтегрованої реалізації будівельних проєктів, як основа інноваційного розвитку будівельного підприємства. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 31. С. 173–178.
11. Хоменко О. М., Петренко Г. С., Рижаква Г. М., Петруха Н. М., Чуприна Ю. А., Малихіна О. М., Кушнір О. К. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2022. № 52. С. 113 – 125, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125).

12. Akselrod R., Shpakov A., Ryzhakova G., Honcharenko T., Chupryna I., Shpakova H. (2022) Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on Building Information Modeling. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Volume 12, Issue 01 (January 2022), pp. 40–50. ISSN 2250-2459. DOI: 10.46338/ijetae0122_05

13. Ryzhakova, G., Malykhina, O., Pokolenko, V., Nesterenko, I., Honcharenko, T. (2022) Construction Project Management with Digital Twin Information System *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2022, 12 (10), pp. 19–28.

14. Гончаренко Т. А. Кластерний метод формування метаданих багатовимірних інформаційних систем для розв'язання задач генерального планування. *Управління розвитком складних систем*. № 42. С. 93–101, 2020. DOI: 10.32347/2412-9933.2020.42.93-101.

15. Хоменко О. М., Рижакова Г. М., Малихіна О. М., Петренко Г. С., Степанюк Р. Б. Цільові пріоритети та формалізовані індикатори трансформації операційних систем стейкхолдерів будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 56. С. 173 – 180, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.173-180.

16. Ryzhakova G., Petrukha S., Petrukha N., Krupelnyska O., Hudenko O. Agro-Food Value Added Chains: Methodology, Technique and Architecture. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2022. Volume 4 (45). P. 385–395. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcapter.4.45.2022.3809>; URL: <https://fkd.net.ua/index.php/fkd/issue/view/61>.

17. Kulikov P., Ryzhakova G., Honcharenko T., Ryzhakov D., Malykhina O. OLAP-Tools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems, *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(10), October 2020, pp. 7337-7343, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1108102020> 16.

18. Грудницька С. М., Нестиренко Л. А. Правові основи кластерної самоорганізації і саморегулювання енергопростору. *Форум права*. 2018. № 5. С. 13–27.

19. Гик В. В. Особливості кластера як організаційно-системного інституту та їх вплив на побудову бухгалтерського обліку. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2019. Вип. 3. С. 27–33.

20. Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) – Звіт про сільське господарство в Україні. <https://www.oecd.org/ukraine/agriculture>.

21. Антимонопольний комітет України. Офіційні звіти та дослідження діяльності Антимонопольного комітету України <https://www.amc.gov.ua/>.

22. Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Огляди екологічної діяльності країн (Country Environmental Reviews). <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/>.

Стаття надійшла до редколегії 10.04.2024

Onikienko Nadia

Assistant Professor, Department of Management in Construction,
<https://orcid.org/0009-0004-5257-9349>
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

ANALYTICAL-APPLIED AND ORGANIZATIONAL-STRUCTURAL SUPPORT FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT PROCESSES IN AGRO-CONSTRUCTION CLUSTER ENTERPRISES

Abstract. This article explores the economic and managerial aspects of innovative development within agro-construction clusters based on modern theoretical and methodological premises and models of economic dynamics. The primary focus is on analyzing territorial-industrial clusters that promote innovation and enhance the efficiency of interaction between agricultural and construction enterprises. The article discusses cyclical models of economic dynamics (Solow, Romer, and Cobb-Douglas models) as tools for assessing the impact of innovation and identifying innovation stagnation. These models help explain how economic processes unfold in different regions under the influence of periodic (cyclical) changes and how these processes interact with spatial factors. The aim of the study is to develop recommendations for improving the management of clustering processes through the effective use of economic-mathematical models and risk analysis associated with cluster organization. The article examines the key advantages of territorial-industrial clusters, including increased productivity, innovative development, and economies of scale through shared resource use. At the same time, risks such as market monopolization, high entry costs for new participants, dependence on regional specificities, and excessive competition among participants are explored. The article also highlights the importance of integrating economic-mathematical models into modern management information systems (BIM – Building Information Modeling, ERP – Enterprise Resource Planning, SCM – Supply Chain Management), which allow for more effective forecasting of cluster development and identifying factors that contribute to or hinder innovative development. As a result, recommendations are proposed for improving management approaches to minimize risks and maximize the benefits of clustering, particularly in the agro-construction sector of Ukraine.

Keywords: enterprise; cluster; innovative development; development; economic dynamics; productivity

References

1. Kitchin, J. (1923). Cycles and Trends in Economic Factors. *The Review of Economics and Statistics*, 5 (1), 10–16. URL: <https://www.jstor.org/stable/1927031>
2. Juglar, C. (1862). Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis. Guillaumin et Cie. URL: <https://gallica.bnf.fr>
3. Christaller, W. (1933). Central Place Theory. Jena: Gustav Fischer. (Original work in German: Die zentralen Orte in Süddeutschland), 240.
4. Thünen, J. H. von (1826). The Isolated State (English translation, 1966). Oxford: Pergamon Press, 384.
5. Akselrod, R. B. (2021). Transformation of the Management System of Construction Enterprises: Methodology and Applied Tools. Monograph. Kyiv: Serdyuk V. L. Publishing, 428.
6. Ryzhakova, G. M. (Ed.). (2020). System Configuration of Construction Management: Modernization of Methodical-Analytical Tools. Collective Monograph. Kyiv: DNDI Informatization and Economics Publishing, 428.
7. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R. & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (13), 6–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251235>
8. Chernyshev, D., Ivakhnenko, I., Ryzhakova, G. & Predun, K. (2018). Implementation of principles of biospheric compatibility in the practice of ecological construction in Ukraine. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 10(3.2), 584–586.
9. Ryzhakova, G. M. (2015). Modern features and prospects for the development of investment market infrastructure. *Construction Production*, (58), 96–101.
10. Trach, R. V., Ryzhakova, G. M., & Kryzhanivskiy, V. I. (2017). Information modeling and the concept of integrated construction project realization as the basis for innovative enterprise development. *Management of Complex Systems Development*, 31, 173–178.
11. Khomenko, O. M., Petrenko, H. S., Ryzhakova, G. M., Petrukha, N. M., Chupryna, Yu. A., Malykhin, O. M. & Kushnir, O. K. (2022). Modern tools and software products for the administration of construction organizations under the transformation of operational management systems. *Management of Complex Systems Development*, 52, 113-125. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125>
12. Akselrod, R., Shpakov, A., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I. & Shpakova, N. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on Building Information Modeling. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(1), 40-50. https://doi.org/10.46338/ijetae0122_05
13. Ryzhakova, G., Malykhina, O., Pokolenko, V., Nesterenko, I. & Honcharenko, T. (2022). Construction project management with digital twin information system. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(10), 19–28.
14. Honcharenko, T. A. (2020). Cluster method of metadata formation for multidimensional information systems to solve master planning tasks. *Management of Complex Systems Development*, 42, 93–101. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.42.93-101>
15. Khomenko, O. M., Ryzhakova, G. M., Malykhin, O. M., Petrenko, H. S. & Stepaniuk, R. B. (2023). Target priorities and formalized indicators for the transformation of construction stakeholders' operational systems. *Management of Complex Systems Development*, 56, 173–180. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.173-180>
16. Ryzhakova, G., Petrukha, S., Petrukha, N., Krupelnytska, O. & Hudenko, O. (2022). Agro-food value-added chains: Methodology, technique, and architecture. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 4 (45), 385–395. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.4.45.2022.3809>
17. Kulikov, P., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Ryzhakov, D. & Malykhina, O. (2020). OLAP-tools for the formation of connected and diversified production and project management systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(10), 7337-7343. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1108102020>
18. Hrudnytska, S. M. & Nesterenko, L. A. (2018). Legal foundations of cluster self-organization and self-regulation of the energy space. *Forum of Law*, 5, 13–27.
19. Hyk, V. V. (2019). Features of a cluster as an organizational-systemic institution and their impact on building accounting. *Problems of Theory and Methodology of Accounting, Control and Analysis*, 3, 27–33.
20. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) – *Agriculture Report on Ukraine*. URL: <https://www.oecd.org/ukraine/agriculture>
21. Antimonopoly Committee of Ukraine – *Official Reports and Studies of the Antimonopoly Committee of Ukraine*. URL: <https://www.amc.gov.ua>
22. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) – *Country Environmental Reviews*. URL: <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/>

Посилання на публікацію

- APA Onikienko, Nadiia. (2024). Analytical-applied and organizational-structural support for innovative development processes in agro-construction cluster enterprises. *Management of Development of Complex Systems*, 59, 208–216. [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.208-216](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.208-216).
- ДСТУ Онікієнко Н. В. Аналітико-прикладне й організаційно-структурне забезпечення процесів інноваційного розвитку підприємств агробудівельних кластерів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 59. С. 208 – 216, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.208-216](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.208-216).