

УДК 334.78:330.4

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНДУСТРІАЛЬНИХ КЛАСТЕРНИХ ОБ'ЄДНАНЬ

**Карпенко О. О.**

Кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки і менеджменту Київської державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного.

**Анотація.** *Інтеграція у світовий економічний простір вимагає зростання питомої ваги інноваційної продукції та збільшення обсягів наданих високотехнологічних послуг практично в усіх галузях та підприємствах. У сучасних роботах з теорії інновацій аналізуються властивості та нові тенденції, які в тій чи іншій формі знайшли відображення у взаємодії держави, науки і бізнесу та оформилися у вигляді моделі «потрійної спіралі». Однією з нових форм організації, на основі якої можна здійснити об'єднання наукових розробок і виробництва, є інноваційно-індустріальні кластерні об'єднання. Складність процесу управління в межах кластерних об'єднань, яка обумовлена особливостями всіх трьох категорій учасників, визначає необхідність моделювання процесу функціонування кластерних об'єднань з метою аналізу і прогнозування пріоритетів їх економічного розвитку.*

*Метою статті є розробка імітаційної моделі процесу функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання для визначення оптимального складу його учасників.*

*У статті охарактеризовано модель «потрійної спіралі», наведено авторське тлумачення поняття «кластерне об'єднання», досліджено основні методи моделювання процесів формування і функціонування кластерних об'єднань, зокрема, кластерний аналіз, метод дискримінантного аналізу, метод об'ємно-календарного планування, розробка штучних нейронних мереж, імітаційне моделювання.*

*На основі проведеного дослідження аналітичних методів, за допомогою яких можливо здійснювати моделювання процесів формування і функціонування кластерних об'єднань, автором для вирішення зазначеного запропоновано використовувати імітаційне моделювання і розроблено схему імітаційної моделі процесу функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання. Результати моделювання дають змогу обирати склад учасників інноваційно-індустріального кластерного об'єднання, який забезпечить оптимізацію його функціонування.*

**Ключові слова:** *інноваційний розвиток, модель «потрійної спіралі», кластерні об'єднання, методи моделювання, імітаційна модель процесу функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання.*

**Постановка проблеми.** Перехід розвинених країн до нового типу економіки – економіки знань – обумовив потребу у формуванні ефективних механізмів продукування та комерціалізації знань на основі узгодження державних, корпоративних та академічних інтересів. Це, в свою чергу, привело до змін у державній інноваційній політиці всіх розвинених країн, що почали відбуватися на початку 1990-х років через розширення функцій університетів та бізнесу в інноваційній сфері та формування принципово нової моделі інноваційної системи. Вивчення нових кон'єкцій інноваційних систем та специфіки взаємодіючої поведінки їх учасників є необхідною умовою для ідентифікації ключових

напрямів удосконалення національної інноваційної системи з метою підвищення ефективності її функціонування [1].

У міру того, як у розвинених країнах успішно розвивається нова модель інноваційної системи, там формуються і нові підходи до пояснення процесів виникнення та поширення інновацій, що відповідають сучасному етапу розвитку. Дослідники узагальнюють зміни, що відбуваються як в окремих країнах, так і в світі, намагаючись пояснити їх. У сучасних роботах з теорії інновацій аналізуються властивості та нові тенденції, які в тій чи іншій формі знайшли відображення у взаємодії держави, науки і бізнесу та оформилися у вигляді концепції «потрійної спіралі», або моделі стратегічних інноваційних мереж [2].

Висока ефективність та адаптивність до зовнішніх умов в «потрійній спіралі» забезпечується завдяки інтеграції та взаємодії її елементів – університет (наука), держава, бізнес – шляхом утворення кластерних об'єднань [3].

Управління в межах кластерних об'єднань здійснюється через механізм партнерства з метою економічного розвитку, заснованого на інноваціях. Складність процесу управління в межах кластерних об'єднань, яка обумовлена особливостями всіх трьох категорій учасників, визначає необхідність моделювання процесу функціонування кластерних об'єднань з метою аналізу і прогнозування пріоритетів їх економічного розвитку.

**Метою статті** є розробка імітаційної моделі процесу функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання для визначення оптимального складу його учасників.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням розробки концепції «потрійної спіралі» як реакції на один з головних викликів для багатьох економік світу, а саме, побудову ефективних національних інноваційних систем, присвячені роботи [1; 2; 3; 4; 5]. Доцільність застосування кластеризації економіки як сучасного інструменту управління її розвитком через впровадження інновацій підтверджена у багатьох працях, зокрема, [6; 7; 8]. Проблема, пов'язаним з процесами моделювання функціонування кластерних об'єднань, присвячені численні дослідження, зокрема, [9; 10; 11] та інші.

**Невирішена раніше частина загальної проблеми.** Віддаючи належне фундаментальності та важливості наукового доробку зазначених фахівців, слід відмітити, що використання кластерного підходу в економічній практиці є недостатньо вивченим. Так, відсутня інформація, що дозволяє ідентифікувати об'єкти, що складають кластерні об'єднання, не розроблений апарат моделювання складних економічних систем кластерного типу, не існує узгодженої системи вимірників ефективності їх діяльності, вимагають доведення твердження про вплив тих чи інших внутрішніх та зовнішніх параметрів на успішність функціонування кластерних об'єднань. На даному етапі представляється актуальним описати підходи до моделювання процесів функціонування кластерних об'єднань.

**Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Концепція потрійного партнерства університетів (науки), бізнесу та влади, відома як модель потрійної спіралі (Triple Helix Model), з'явилася в середині 1990-х років – у вигляді синтезу інституційних поглядів соціологів і біологічної аналогії. У роботі Генрі Іцковіца (Стендфордський університет) та Лоет Лейдесдорфа (Амстердамський університет) таке партнерство було представлено як гібридна соціальна конструкція, що має переваги молекули ДНК (зчеплення спіральних структур) і підвищену адаптивність до змін зовнішнього середовища [4].

У рамках теорії «потрійної спіралі» обґрунтовуються засади для формування системи взаємовідносин між органами державного управління, бізнесовими структурами та науковими організаціями в контексті вибраної моделі інноваційного розвитку країни на до-свіді США. Ця модель передбачає побудову системи державного управління на іннова-

ційних принципах розвитку, що є альтернативою двом найпоширенішим у світі – адміністративно-командній моделі управління та ринковій моделі державного невтручання [5].

Ефективним механізмом реалізації інноваційної моделі розвитку економіки є пошук і створення дієвих організаційних форм здійснення господарської діяльності, однією з яких виступають інтеграційні структури. В сучасних умовах кластери визнані ефективною формою інтеграційних систем. Кластерний підхід дає змогу об'єднати підприємства, уряд і місцеві інституції для ведення конструктивного діалогу в напрямі підвищення результатів діяльності та пропонує дієві механізми співробітництва бізнесу, науки і освіти й уряду.

Аналіз теоретичного базису формування та функціонування кластерного об'єднання дозволив сформулювати його авторське трактування.

Кластерне об'єднання (кластер) є економічною системою, заснованою на підвищеній концентрації суб'єктів господарської діяльності, які інтеграційно взаємодіють між собою щодо спільного використання інформаційних, інвестиційних, інноваційних, технологічних, освітніх, наукових, інтелектуальних, маркетингових та інших можливостей для забезпечення підвищення економічної та соціальної ефективності їх роботи, а також створює додаткові можливості для їх розвитку, обумовлені станом внутрішньосистемних зв'язків, та сприяє розвитку відповідної галузі або області (регіону).

Феномен утворення кластерів (як стихійно, під впливом ринкових сил, так і внаслідок цілеспрямованих зусиль) пов'язаний з об'єктивним ускладненням будови систем у результаті зміни парадигми та революції у сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Адаптуючись до умов глобалізації та різко збільшеного динамізму середовища, світ переходить до нового, сітьового порядку – функціонального синтезу ієрархічного і ринкового, а світова економіка і всі її підсистеми стратифікують у кластерно-сітьові структури, що є більш пластичними, ніж модель ієрархії, і водночас більш інтегрованими, ніж традиційна модель ринку. Вочевидь, що кластерні мережі поступово стануть головною структуроутворюючою ланкою світового ринкового простору, виконуючи ту організуючу роль, яку раніше виконували галузі [6].

Експертне співтовариство і учасники діючих успішних кластерів на сьогоднішній день у цілому досягли консенсусу в тому, що ефективний розвиток кластера характеризується механізмом «потрійної спіралі», тобто взаємодією трьох груп учасників: бізнесу, влади та науки [7]. При відсутності хоча б однієї з категорій формування повноцінних інноваційно-індустріальних кластерних об'єднань (далі – ПКО) стає неможливим.

Підприємства – учасники ПКО вимагають постійного відновлення, поліпшення якості, впровадження нових функціональних можливостей при виготовленні продуктів та послуг. Такі підприємства мають постійні та стійкі зв'язки з науково-дослідними центрами, освітніми установами [8].

Процес управління в межах ПКО здійснюється через механізм партнерства з метою економічного розвитку, заснованого на інноваціях, є складним через особливості всіх трьох категорій учасників. Природно, що у представників бізнесу, освіти й науки та владних структур, що беруть участь у кластері, існують власні різні горизонти планування, географічний обхват діяльності та системи стимулів. Успішними стають саме ті об'єднання, в яких усім категоріям учасників вдається поєднувати власні інтереси з цілями розвитку кластера.

З точки зору методології аналізу ефективності функціонування кластерних об'єднань значний інтерес, на наш погляд, представляє використання математичного моделювання.

Відомо ряд аналітичних методів, за допомогою яких можливо здійснювати моделювання процесів формування і функціонування кластерних об'єднань. Серед них варто виділити такі:

1) Кластерний аналіз дозволяє будувати класифікацію п об'єктів за допомогою об'єднання їх у групи, або кластери, на основі критерію мінімуму відстані в просторі  $m$  змінних, що описують об'єкти. Метод дозволяє знаходити розбиття множини об'єктів на задане число кластерів. Кластерний аналіз носить кількісний характер [9].

Об'єктами можуть бути продукція підприємств або самі підприємства. Змінними можуть бути їх характеристики, значимі з точки зору конкурентоспроможності. У цьому випадку кластерний аналіз дозволяє об'єктивно розділити їх на групи, або кластери конкурентоспроможності.

2) Метод дискримінантного аналізу дозволяє перевірити гіпотезу про можливість класифікації заданої множини  $n$  об'єктів, які характеризуються деяким числом  $m$  змінних  $X$ , на деяке число класів, або кластерів,  $k$ . Він дозволяє об'єктивно класифікувати нові об'єкти за цими змінними.

Метод дискримінантного аналізу дозволяє отримати ймовірнісне обґрунтування результатів кластеризації [9].

3) Метод об'ємно-календарного планування – один із способів моделювання кластерної економіки. Кожен етап (виробництво) складає окремий блок економіко-математичних співвідношень, які пов'язують змінні величини: обсяги продуктів, що переробляються, коефіцієнти або технологічні параметри, питомі показники по витратах. Критерієм служить максимізація готової продукції як результат останньої стадії переробки.

Для детального складання календарного плану виробничих процесів у кластерах пропонується використовувати моделі сітьового планування на мережі складної структури [10]. Сітьова модель на основі мережі складної структури відтворює понад 50 різнорідних взаємозв'язків між окремими операціями (роботами) мережі, що дозволяє представити в сітьовій моделі кластера всі технологічні, ресурсні та часові обмеження між роботами.

4) Штучні нейронні мережі (далі – ШНС) не потребують побудови моделі, а будують її самі тільки на основі запропонованої інформації. Саме тому нейронні мережі входять в практику управління складними економічними системами кластерного типу, де ставляться завдання, що важко формалізуються, для вирішення яких необхідні або постійна робота групи кваліфікованих експертів, або адаптивні системи автоматизації [11].

Життєвий цикл нейронної мережі складається з ряду етапів: постановка завдання, збір і перетворення інформації (генеральної вибірки даних), вибір парадигми (архітектури) ШНС, навчання ШНС, тестування ШНС, функціонування ШНС.

Налаштовану і навчену мережу можна використовувати для моделювання економічних систем кластерного типу, пред'являючи їй реальні ситуації.

5) Імітаційне моделювання реалізується за такими етапами:

- формулюються основні питання про поведінку складної системи, відповіді на які потрібно отримати;
- здійснюється декомпозиція системи на простіші частини - блоки;
- формулюються закони і «правдоподібні» гіпотези щодо поведінки як системи в цілому, так і окремих її частин;
- залежно від поставлених перед дослідником питань вводиться так званий системний час, що моделює хід часу в реальній системі;
- формалізованим чином задаються необхідні феноменологічні властивості системи і окремих її частин;
- випадковим параметрам, що фігурують в моделі, зіставляються деякі їх реалізації, що зберігаються постійними протягом одного або декількох тактів системного часу. Далі відшукуються нові реалізації [11].

Модель представляється у вигляді алгоритму, в якому визначаються всі найбільш істотні елементи, зв'язки в кластері і задаються початкові значення параметрів, що відповідають «нульовому» моменту часу. Усі наступні зміни, що відбуваються в системі за законом причин і наслідків, обчислюються за допомогою засобів логічної обробки даних при виконанні даного алгоритму. Такий метод не вимагає складання рівнянь і не вимагає їх вирішення. У ході імітаційного експерименту комп'ютер імітує функціонування кластера і обчислює характеристики властивостей, які проявляються системою.

З точки зору комп'ютерної реалізації імітаційне моделювання складних економічних систем кластерного типу – це комплексний метод дослідження, що включає побудову концептуальних, математичних і програмних моделей створення і функціонування кластерів, виконання широкого спектра цілеспрямованих імітаційних експериментів, пов'язаних зі стратегією регіонального розвитку, обробкою та інтерпретацією результатів цих експериментів.

Інноваційно-індустріальне кластерне об'єднання як об'єкт моделювання являє собою систему, складність якої визначається кількістю вхідних у неї елементів (підприємств, організацій, суб'єктів соціально-економічного, науково-технічного призначення тощо), зв'язками між ними, а також зв'язками із зовнішнім середовищем. Асоціативна інтеграція елементів у кластер передбачає наявність спільних цілей та інтересів. При цьому елементи кластера мають власні цілі і прагнуть їх досягти.

Склад елементів кластера, способи їх асоціативного об'єднання та відносини між ними визначають структуру кластера як економічної системи, а також її результативність. На думку автора статті, дуже важливим у процесі формування ІІКО є обґрунтування оптимального складу учасників кластерного об'єднання. На основі проведеного дослідження аналітичних методів, за допомогою яких можливо здійснювати моделювання процесів формування і функціонування кластерних об'єднань, автор вважає доцільним використовувати для вирішення зазначеного завдання саме імітаційне моделювання (рис. 1).



Джерело: авторська розробка.

**Рис. 1.** Схема імітаційної моделі процесу функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання.

Показники стану кластера обумовлені впливом вхідних змінних або викликані причинами внутрішніх змін. Вихідні змінні ІКО – це прогнозовані результати його функціонування. За результатами моделювання пропонується обирати склад учасників інноваційно-індустріального кластерного об'єднання, який забезпечить оптимізацію виходів ІКО.

Слід зазначити, що наведена вище постановка задачі оптимізації виходів функціонування інноваційно-індустріального кластерного об'єднання носить абстрактний характер. Щоб забезпечити максимальну адекватність і змістовність необхідно деталізувати модель, доповнивши її описом механізмів взаємодії учасників кластеру.

#### **Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямку.**

Найбільш ефективним способом інтеграції бізнесу, влади та науки й освіти для реалізації інноваційної діяльності є формування інноваційно-індустріальних кластерних об'єднань. Вони відкривають нові можливості консолідації наявних ресурсів, розробки спільних ідей і знань, отримання надійних партнерів, виходу на нові ринки, диверсифікацію виробництва.

Пріоритетними завданнями ІКО виступають підвищення конкурентоспроможності компаній і організацій, які входять до його складу, формування і розвиток системи внутрішньокластерних відносин, що дозволяє використовувати синергію учасників для отримання стійких конкурентних переваг, забезпечення організаційно-методичної допомоги в отриманні державної підтримки спільних кластерних проектів, залучення фінансових коштів.

Функціонування кластерного об'єднання характеризується діями його учасників. Це означає, що динамічний процес зміни стану всієї системи залежить від поведінки його учасників, у розпорядженні яких знаходяться власні управлінські впливи. При цьому кожен учасник обирає їх, керуючись своїм критерієм, що відображає власні інтереси. Таким чином, виникає проблема, пов'язана із знаходженням розумних умов компромісу між учасниками кластерного об'єднання при наявності спільних інтересів.

Різноманітність складу учасників кластера може створити ситуацію, яка характеризується наявністю суперечливих інтересів. Таким чином, однією з задач є визначення умов, за яких учасники (навіть маючи протилежні інтереси) асоціюються в кластер. При цьому необхідно відшукати значення параметрів системи (кластерного об'єднання), які влаштовують усіх учасників. Таким чином, основна мета моделювання процесу взаємодії учасників кластерного об'єднання має полягати у визначенні його економічної ефективності, а також умов, необхідних для її підвищення.

За результатами імітаційного моделювання процесу функціонування ІКО пропонується обирати склад учасників інноваційно-індустріального кластерного об'єднання, який забезпечить оптимізацію виходів ІКО, тобто максимізацію результату при досягненні стратегічних цілей розвитку кластера; максимізацію сили та частоти взаємодії підприємств усередині кластера; максимізацію внутрішньої норми дохідності підприємства ІКО в рамках вибраної стратегії; мінімізацію витрат при досягненні стратегічних цілей розвитку кластера; мінімізацію ризиків у здійсненні стратегічного управління та координації тощо.

Подальші дослідження будуть направлені на деталізацію імітаційної моделі функціонування кластерних об'єднань шляхом доповнення її описом механізмів взаємодії учасників кластеру.

#### **Список використаної літератури**

1. Галан Н. І. Японські університети у «потрійній спіралі»: приклад Тохоку / Н. І. Галан // Наука та інновації. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 55-65.

2. Дежина И. Г. Тройная спираль в инновационной системе России] / И. Г. Дежина, В. В. Киселева // Вопросы экономики. – 2007. – № 12. – С. 123-135.
3. Велика К. В. Інноваційна інфраструктура крізь призму «потрійної спіралі» [Електронний ресурс] / К. В. Велика. – Режим доступу: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова\\_періодика/vestnik/Технічний\\_прогрес\\_та\\_ефективність\\_виробництва/2012/15/5Velyka.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/vestnik/Технічний_прогрес_та_ефективність_виробництва/2012/15/5Velyka.pdf).
4. Смородинская Н. В. Тройная спираль как новая матрица экономических систем / Н. В. Смородинская // Инновации. – 2011. – № 4 (150). – С. 66-78.
5. Бублик С. Г. Концептуальні підходи до формування інноваційної моделі державного управління науково-технологічною діяльністю [Електронний ресурс] / С. Г. Бублик. – Режим доступу: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej13/txts/Bublik.pdf>.
6. Смородинская Н. В. Территориальные инновационные кластеры: мировые ориентиры и российские реалии [Электронный ресурс] / Н. В. Смородинская. – Режим доступа: [http://inecon.org/docs/Smorodinskaya\\_2013.pdf](http://inecon.org/docs/Smorodinskaya_2013.pdf).
7. Рекорд С. И. Развитие промышленно-инновационных кластеров в Европе: эволюция и современная дискуссия / С. И. Рекорд. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 109 с.
8. Хмара М. П. Класифікація кластерних утворень в системі глобального поділу праці / М. П. Хмара // Актуальні проблеми міжнародних відносин. – К. – 2012. – Випуск 111, частина II. – С. 154-165.
9. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Под ред. И. С. Енюкова; Пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
10. Цхай С. М. Задачи календарного планирования на сети сложной структуры / С. М. Цхай. – Новосибирск : НТУ, 1991. – 148 с.
11. Дроздов А. Б. О подходах к моделированию региональных экономических систем кластерного типа / А. Б. Дроздов, Н. В. Дроздова // Моделирование и анализ информационных систем. – Ярославль, 2008. – Т. 15. – № 1. – С. 51-62.

## THE IMITATION MODELING OF THE PROCESS OF FUNCTIONING OF INNOVATIVE-INDUSTRIAL CLUSTER ASSOCIATIONS

**Karpenko O. A.**

Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of Department of Economics and Management, Kyiv State Maritime Academy After Hetman Petro Konashevich-Sahaydachniy.

**Abstract.** *Integration into the world economic space requires is increased share of innovative products and increasing the volume of high-tech services in practically all sectors and enterprises. In modern works on the theory of innovation are analyzed properties and new trends, which in one form or another reflected in the interaction of state, business and science and shape in the form of a model «triple helix». One of the new forms of the organization, on the basis that it could be the Union of scientific development and production, are innovative-industrial cluster Association. The complexity of the management process in the framework of the cluster associations, caused by the features of all three categories of participants, determines the necessity for process modeling of functioning of the cluster associations with the purpose of analysis and forecasting of the priorities of economic development.*

*The aim of the article is to develop a simulation of the process of functioning of the innovation-industrial cluster Association for determining the optimal composition of its participants.*

*The article describes the model «triple helix», describes the author's interpretation of the term «cluster Association», the main methods of modeling of processes of formation and func-*

tioning of the cluster associations, in particular, cluster analysis, method of discriminate analysis, a method of spatial scheduling, development of artificial neural networks, simulation.

On the basis of the study of the analytical methods that can be used to modeling of processes of formation and functioning of the cluster associations by the author for the solution of this problem is proposed to use simulation and developed a scheme for simulation of the process of functioning of the innovation-industrial cluster Association. The results of the simulations can choose the participants of the innovation-industrial cluster associations that enable optimization of their operation.

**Key words:** innovation development, model «triple helix», cluster Association, methods of modeling, simulation model of the functioning of the innovation-industrial cluster Association.

### Referances

1. Galan N. I. Yapons'ki universytety u «potrijnij spirali»: pryklad Toxoku / N. I. Galan // Nauka ta innovaciyi. – 2010. – T.6. – № 3. – S. 55-65.
2. Dezhina I. G. Troynaya spiral v innovatsionnoy sisteme Rossii / I. G. Dezhina, V. V. Kiseleva // Voprosy ekonomiki. – 2007. – № 12. – S. 123-135.
3. Velyka K. V. Innovacijna infrastruktura kriz' pryzmu «potrijnoyi spirali» [Elektronnyi resurs] / K. V. Vely'ka. – Rezhym dostupu: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova\\_periodyka/vestnik/Texnichnyi\\_progres\\_ta\\_efektyvnist\\_vyrobnycztva/2012/15/5Velyka.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova_periodyka/vestnik/Texnichnyi_progres_ta_efektyvnist_vyrobnycztva/2012/15/5Velyka.pdf).
4. Smorodinskaya N. V. Troynaya spiral kak novaya matritsa ekonomicheskikh sistem / N. V. Smorodinskaya // Innovatsii. – 2011. – № 4 (150). – S. 66-78.
5. Bublyk S. G. Konceptual'ni pidxody do formuvannya innovacijnoyi modeli derzhavnogo upravlinnya naukovotexnologichnoyu diyal'nisty [Elektronnyi resurs] / S. G. Bublyk. – Rezhym dostupu: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej13/txts/Bublik.pdf>.
6. Smorodinskaya N. V. Territorialnyie innovatsionnyie klasteryi: mirovyie orientiry i rossiyskie realii [Elektronnyi resurs] / N. V. Smorodinskaya. – Rezhym dostupu: [http://inecon.org/docs/Smorodinskaya\\_2013.pdf](http://inecon.org/docs/Smorodinskaya_2013.pdf).
7. Rekord S. I. Razvitie promyshlenno-innovatsionnyih klasterov v Evrope: evolyutsiya i sovremennaya diskussiya / S. I. Rekord. – SPb. : Izd-vo SPbGUEF, 2010. – 109 s.
8. Hmara M. P. Klasyfikaciya klasternyh utvoren' v systemi global'nogo podilu praci / M. P. Hmara // Aktualni problemy mizhnarodnyh vidnosyn. – K. – 2012. – Vypusk 111 Chastyna II. – S. 154-165.
9. Faktornyyi, diskriminantnyiy i klasternyyi analiz / Pod red. I. S. Enyukova; Per. s angl. – M. : Finansy i statistika, 1989. – 215 s.
10. Tshay S. M. Zadachi kalendarnogo planirovaniya na seti slozhnoy strukturyi / S.M. Tshay. – Novosibirsk: NTU, 1991. – 148 s.
11. Drozdov A. B. O podhodah k modelirovaniyu regionalnyih ekonomicheskikh sistem klasternogo tipa / A. B. Drozdov, N. V. Drozdova // Modelirovanie i analiz informatsionnyih sistem. – Yaroslavl', 2008. – T. 15. – № 1. S. 51-62.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННО-ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

**Карпенко О. А.**

Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного.

**Аннотация.** Интеграция в мировое экономическое пространство требует роста удельного веса инновационной продукции и увеличения объемов предоставляемых высокотехнологичных услуг практически во всех отраслях и предприятиях. В современных работах по теории инноваций анализируются свойства и новые тенденции, которые в той или иной форме нашли отражение во взаимодействии государства, науки и бизнеса и оформились в виде модели «тройной спирали». Одной из новых форм организации, на основе которой можно осуществить объединение научных разработок и производства, яв-



ляются инновационно-индустриальные кластерные объединения. Сложность процесса управления в рамках кластерных объединений, обусловленная особенностями всех трех категорий участников, определяет необходимость моделирования процесса функционирования кластерных объединений с целью анализа и прогнозирования приоритетов экономического развития.

Целью статьи является разработка имитационной модели процесса функционирования инновационно-индустриального кластерного объединения для определения оптимального состава его участников.

В статье охарактеризована модель «тройной спирали», приведено авторское толкование понятия «кластерное объединение», исследованы основные методы моделирования процессов формирования и функционирования кластерных объединений, в частности, кластерный анализ, метод дискриминантного анализа, метод объемно-календарного планирования, разработка искусственных нейронных сетей, имитационное моделирование.

На основе проведенного исследования аналитических методов, с помощью которых можно осуществлять моделирование процессов формирования и функционирования кластерных объединений, автором для решения указанной задачи предложено использовать имитационное моделирование и разработана схема имитационной модели процесса функционирования инновационно-индустриального кластерного объединения. Результаты моделирования дают возможность выбирать состав участников инновационно-индустриального кластерного объединения, который обеспечит оптимизацию их функционирования.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, модель «тройной спирали», кластерные объединения, методы моделирования, имитационная модель процесса функционирования инновационно-индустриального кластерного объединения.