

## ФОРМУВАННЯ СУКУПНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СЛАБОСТРУКТУРОВАНОЇ СИСТЕМИ

### FORMATION OF THE TOTAL POTENTIAL OF ENSURING OF INNOVATIVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISE ON THE BASIS OF COGNITIVE MODELING OF POOR STRUCTURED SYSTEM

В статті обґрунтовано процес формування сукупного потенціалу забезпечення інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи. Обґрунтовано, що когнітивний аналіз є одним із найбільш потужних інструментів дослідження слабоструктурованих систем і ситуацій, що спрямовані на відображення надскладних тенденцій розвитку системи в спрощеному вигляді в формі моделі, а також прогнозування та аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуацій, відшукування шляхів та умов перевodu ситуації в цільове становище.

Запропоновано алгоритм розробки прогнозної моделі сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи. Доведено, що основними його етапами є: дослідження предметної галузі (підприємств машинобудівної та металургійної галузі) та формування інформаційної бази; побудова когнітивної карти (визначення факторних підсистем та експертних оцінок); побудова когнітивної моделі (визначення позитивних та негативних взаємозв'язків між факторами; визначення типів взаємозв'язку та ступеня взаємозв'язку), встановлення найбільш вагомих факторів впливу; реалізація комп'ютерної моделі (вибір інструментального середовища моделювання, створення моделі у комп'ютерному середовищі).

**Ключові слова:** когнітивна карта, концепти, субпотенціали, імпульс, слабоструктурована система.

В статті сформуовано сукупний потенціал забезпечення інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи. Когнітивний аналіз являється одним із самих потужних інструментів дослідження слабоструктурованих систем і ситуацій, направлених на відображення надскладних тенденцій розвитку системи в спрощеному вигляді в формі моделі, а також прогнозування та аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуацій, пошук шляхів та умов перевodu ситуації в цільове положення. Предложено алгоритм разработки прогнознoй модели совокупного потенциала инновационного устойчивого развития промышленного предприятия на основе когнитивного моделирования слабоструктурированной системы. Основными его этапами являются: исследование предметной области (предприятий машиностроительной и металлургической отрасли) и формирование информационной базы; построение когнитивной карты (определение факторных подсистем и экспертных оценок); построение когнитивной модели (определение положительных и отрицательных взаимосвязей между факторами, определение типов взаимосвязи и степени взаимосвязи), установление наиболее весомых факторов влияния; реализация компьютерной модели (выбор инструментальной среды моделирования, создания модели в компьютерной среде).

**Ключевые слова:** когнитивная карта, концепты, субпотенциалы, импульс, слабоструктурированные система

УДК 658:005.2

DOI <https://doi.org/10.32843/bSES.52-48>

**Шапуров О.О.**

к.е.н., доцент

Інженерний навчально-науковий інститут  
Запорізького національного  
університету

**Shapurov Oleksander**

Engineering Educational and Scientific  
Institute of Zaporizhzhya National  
University

*In the article it is substantiated the process of formation of the total potential of innovative sustainable development of an industrial enterprise on the basis of cognitive modeling of a poorly structured system. It is substantiated that cognitive analysis is one of the most powerful tools for studying poorly structured systems and situations, aimed at reflecting complex trends in the simplified form in the form of a model, as well as forecasting and analyzing possible scenarios, finding ways and conditions to turn into the situation into target position. An algorithm for developing a forecast model of the total potential of innovative sustainable development of an industrial enterprise based on cognitive modeling of a poorly structured system is proposed. It is proved that its main stages are: research of the subject branch (enterprises of machine-building and metallurgical branch) and formation of information base; construction of a cognitive map (definition of factor subsystems and expert assessments); building a cognitive model (determining the positive and negative relationships between factors; determining the types of relationships and the degree of relationship), establishing the most important factors of influence; implementation of a computer model (choice of modeling tool environment, creation of a model in a computer environment). According to the algorithm, a cognitive map of 22 concepts, which have corresponding interactions is created. A scenario analysis aimed at modeling the development trends of the system in the future is carried out, which involves determining the changes in the values of the graph vertices - the concepts of subpotentials at the appropriate simulation cycles based on the perturbation propagation theorem. According to the results of the study, 4 impulse scenarios were modeled: impulse in the 10th element of the system - "structural imbalances, weakness of intersectoral relationships (cooperation, integration)", the first impulse will have a significant impact on financial and investment opportunities, innovation and information technology, eco-destructive processes momentum in the 14th element of the system - "shadow processes in the management of industrial enterprises" will lead to destructive processes of innovation, information and production subpotentials; momentum in the 21st element of the system - "low level of innovation activity of domestic industrialists" will affect the same concepts as in the momentum in the 14th element of the system, but the value of destructive processes from the momentum is almost twice as much; impetus to the concepts of the external environment (1-12) will significantly affect the financial and investment opportunities of industrial enterprises, reduce the level of innovation activity of domestic industrialists, significantly limit the development of informatization and use of information technology, strengthen eco-destructive processes in industrial enterprises.*

**Key words:** cognitive map, concepts, subpotentials, impulse, poorly structured system.

**Постановка проблеми.** Соціально-економічні слабоструктуровані системи характеризуються значною кількістю елементів, зв'язків, складністю структури, утворені цими елементами. Певна динаміка системи, складність її поведінки, інтегрованість, цілісність, комунікативність, ієрархічність, всі ці характеристики ускладнюють процес прогнозування.

Результативним і ефективним методом дослідження та прогнозування їх розвитку є моделювання, що дозволяє відображати об'єкт (систему, проблемну ситуацію) різними класами моделей, організовуючи таким чином поступові процеси пізнання і формалізації завдання. Саме когнітивне моделювання, як основний вид імітаційних моделей дає змогу в повному обсязі здійснити сценарне прогнозування впливу чинників на загальну систему функціонування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Моделювання сталого розвитку промислових підприємств висвітлюються у працях багатьох вітчизняних вчених: М. Белопольського, О. Доровського, О. Лебідь, Г. Макарова, І. Паршина, В. Філіппової та інших. Проте, нові умови господарювання вимагають подальших розробок в даному науковому напрямі дослідження.

**Постановка завдання.** Формування сукупного потенціалу забезпечення інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На думку В. Філіппової під слабоструктурованими системами розуміється: «динамічна система, в структурі і функціонуванні якої важливу роль відіграє людський чинник, для різних проявів якого практично неможливо побудувати точні математичні моделі» [1, с. 125].

«Імітаційна модель дозволяє виявити закономірності реагування структур шляхом проведення серії експериментів з послідовною зміною параметрів моделі. До числа новітніх методів імітаційного моделювання слабо-структурованих систем відноситься когнітивне моделювання. Завдяки використанню якісних характеристик і можливості обліку взаємозв'язків значного числа чинників, даний метод дозволяє дати якісний опис різних процесів» [1, с. 126].

Погоджується з вищезгаданим О. Яремчук. Автор стверджує: «Когнітивне моделювання є одним із класів імітаційного моделювання, в основі якого лежить побудова і дослідження когнітивної карти ситуації. Для цих цілей використовується апарат знакових, зважених знакових і функціональних знакових графів. Він дозволяє працювати з даними як якісного, так і кількісного типу. При реалізації проектів когнітивне моделювання дозволяє: досліджувати проблеми, які описуються нечіт-

кими факторами і взаємозв'язками; враховувати зміни зовнішнього середовища; планувати майбутнє з урахуванням наявних перспектив, ресурсів, засобів; знаходити можливості по управлінню конфліктами; моделювати інформаційні впливи; використовувати об'єктивно сформовані тенденції розвитку ситуації в своїх інтересах» [2, с. 91].

В роботі І. Паршина досліджується когнітивне моделювання сталого розвитку національного господарства. Автор розглядає національне господарство, як складну соціально-економічну систему, яку можна віднести до класу слабоструктурованих систем. На його думку: «слабоструктурованими розуміють системи, поведінка яких описується на якісному рівні, а зміна параметрів таких систем може привести до непередбачених змін її структури. Використання когнітивного підходу до вивчення слабо структурованої системи надає можливість комплексно охопити значну кількість початкової інформації, узагальнити та систематизувати знання про фактори, що мають суттєвий вплив на процеси розвитку та сформувані основу для підготовки та наукового обґрунтування стратегічних рішень спрямованих на забезпечення сталого розвитку національного господарства». Науковець фактично використовує когнітивний підхід до моделювання сталого розвитку національного господарства та зазначає основні етапи застосування на макроекономічному рівні [3].

В науковій роботі О. Доровський доводить, що при аналізі слабкоструктурованих систем ускладнено використання традиційного економіко-математичного підходу до аналізу процесів щодо розробки комплексних рішень. Автор стверджує: «Розумною альтернативою традиційному підходу в такій ситуації може бути когнітивний аналіз та моделювання, як сукупність методів одержання, аналізу суб'єктивних уявлень експерта про процеси функціонування слабкоструктурованих унікальних ситуацій і методів розробки стратегій щодо управління такими ситуаціями» [4, с. 341].

Когнітивний аналіз є одним із найбільш потужних інструментів дослідження слабкоструктурованих систем і ситуацій, що спрямовані на відображення надскладних тенденцій розвитку системи в спрощеному вигляді в формі моделі, а також прогнозування та аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуацій, відшукування шляхів та умов переводу ситуації в цільове становище.

Г. Макарова досліджуючи економічний потенціал промислового підприємства пропонує використовувати різноманітні види моделювання: детерміноване, стохастичне, статичне, динамічне, математичне, імітаційне, інформаційне, структурно-системне. Автор розкриває когнітивний аналіз, як результат двох видів моделювання – структурно-системного та імітаційного. Когнітивне моделювання з її точки зору найбільш повноцінно

і адекватно відображає реальний об'єкт серед інших видів математичного моделювання. Воно виділяється серед інших видів моделювання своєю відкритістю для фахівців і експертів різних сфер науки. Це дозволяє будувати математичні моделі, результати дослідження яких легко інтерпретуються на практиці [5, с. 86].

О. Лебідь досліджуючи будову когнітивної моделі, вважає, що специфіка застосування засобів когнітивного моделювання полягає в їх орієнтованості на конкретні умови розвитку ситуації в тій або іншій предметній області. Автор дає наступне визначення когнітивному моделюванню: «спосіб аналізу, що забезпечує визначення сили та напрямку впливу факторів на переведення об'єкта управління у цільовий стан із урахуванням схожості та відмінності у впливі різних факторів на об'єкт керування»[6].

Когнітивний аналіз передбачає послідовну причинно-наслідкову структурування інформації про процеси, що проходять у системі, яка досліджується. Виділяють наступні етапи:

– будь-яка подія, що відбулася у системі, викликається причинами, поява котрих пов'язана із рухом матеріальних (товари, гроші, ресурси тощо) та нематеріальних потоків (інформаційна взаємодія);

– кожен із виділених потоків описується відповідною сукупністю факторів. Об'єднання усіх цих сукупностей складає множину факторів, у термінах котрих описуються процеси у системі;

– визначаються взаємозв'язки між факторами шляхом розглядання причинно-наслідкових ланцюгів, що описують рух кожного потоку.

Таким чином, можна представити основні складові розробки прогнозної моделі інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи (рис. 1).

Перевагою когнітивної моделі є лінійність функціональних залежностей, які задаються за типовим принципом. Крім того, всім показникам когнітивної моделі (чинникам) даються не кількісні, а якісні оцінки. Більш того, як правило, розглядаються не значення, а тенденції зміни чинників. Завдяки використанню якісних показників, саме когнітивне моделювання є тим підходом, який дозволяє вирішувати завдання вибору напрямків аналізу потенціалу сталого розвитку промислових підприємств і оцінки прийнятих рішень в умовах сучасної невизначеності і нестабільності, коли більшість соціально-економічних процесів може бути описано тільки якісними характеристиками [1, с. 125].

Когнітивна модель – це функціональний граф досліджуваної системи, в якому вершини відповідають чинникам системи, а дуги відображають функціональну залежність між ними. Когнітивна модель містить у собі деяку гіпотезу про функціонування системи чи розвитку процесу.

Когнітивна карта (схема) ситуації становить орієнтований зважений граф, що будується за такими правилами: вершини взаємно однозначно відповідають виділеним факторам ситуації, у термінах якої описуються процеси в системі; виявляються й оцінюються причинно-наслідкові зв'язки виділених факторів один з одним (позитивний вплив, негативний вплив) [7, с. 96]. Когнітивну карту можна подати у вигляді орієнтованого

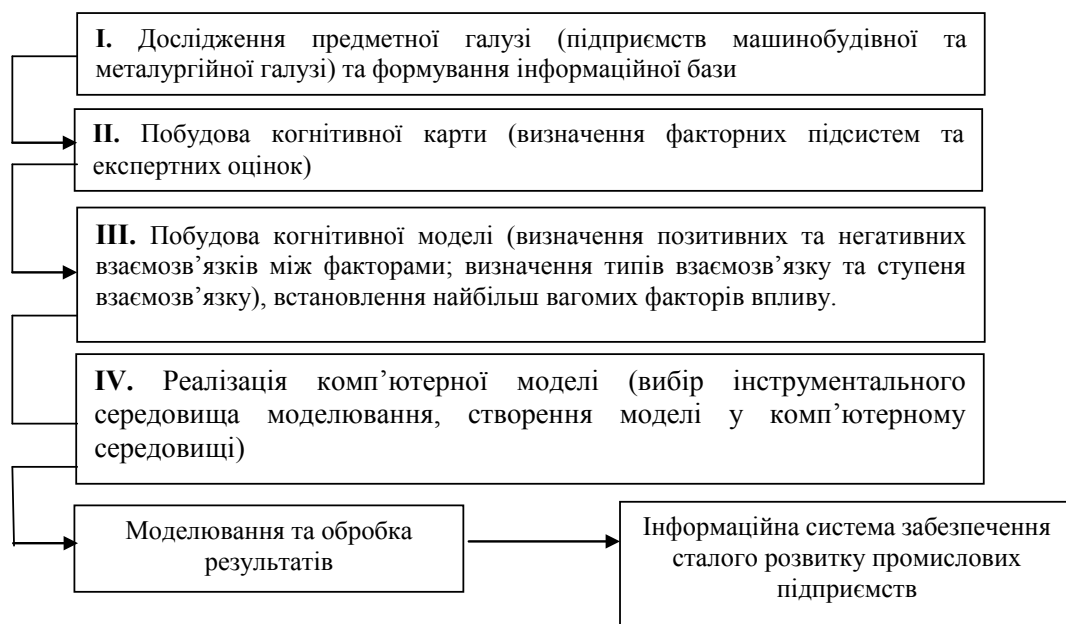


Рис. 1. Алгоритм розробки прогнозної моделі сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства на основі когнітивного моделювання слабоструктурованої системи

графа, ребрам якого поставлені у відповідність ваги. Вершини графа відповідають чинникам (концептам), що визначають ситуацію, орієнтовані ребра – причинно-наслідковим (каузальним) зв'язкам між факторами. Когнітивні карти є не тільки засобом структуризації та формалізації ситуації (або системи), але і засобом її аналізу. Різні інтерпретації вершин, ребер та вагових коефіцієнтів на ребрах приводять до різних моделей і методів їх аналізу. Когнітивне моделювання сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства дозволяє описати його структуру, взаємодію і взаємовплив його складових, причинно-наслідкові взаємозв'язки між ними; різні процеси, що протікають у ньому, їх взаємодію із зовнішнім середовищем, виявити вплив зовнішнього середовища на поточну ситуацію, прогнозувати величину сукупного потенціалу, і вже на цій основі обґрунтувати необхідні управлінські дії для вирішення проблем, що виникають у слабкоструктурованих системах.

$$R = \langle K, L \rangle, K = \{ k_i | k_i \in K, i = 1, 2, \dots, n \};$$

$$L = \{ l_{ij} | l_{ij} \in L, ij = 1, 2, \dots, n \}, \quad (1)$$

де  $R$  – зважений неорієнтовний граф (когнітивна карта) сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства;

$K$  – вершини графа – концепти субпотенціалів сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку;

$k_i \in K, i = 1, 2, \dots, n$  – параметри, які характеризують концепти субпотенціалів сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку;

$L$  – множина дуг, що з'єднує концепти субпотенціалів сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку;

$l_{ij} \in L, ij = 1, 2, \dots, n$  – дуги, що відображають функціональну взаємозалежність між концептами субпотенціалів.

Основні концепти субпотенціалів сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства наведено в таблиці 1.

Концепти можна розділити на концепти субпотенціалів, концепти зовнішнього середовища (національні та світові).

Відповідно до суджень експертів досліджених промислових підприємств Запорізької області складена когнітивна карта (рис. 2).

Таблиця 1

**Концепти субпотенціалів сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислових підприємств**

| №                                      | Концепти сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку   | Субпотенціали та національні та світові концепти |
|--|--|--|
| <b>Концепти зовнішнього середовища</b> |  |  |
| 1.                                     | Технологічний розрив між вітчизняною промисловістю та промисловістю розвинених країн                         | Світові концепти                                 |
| 2.                                     | Геополітичне та гео економічне розташуванні країни   | Світові концепти                                 |
| 3.                                     | Вплив міжнародних товарних та фондових бірж  | Світові концепти                                 |
| 4.                                     | Вплив міжнародних організацій (МВФ)  | Світові концепти                                 |
| 5.                                     | Скорочення обсягів промислового виробництва та промислового потенціалу через війну на сході та анексію Криму | Національні концепти                             |
| 6.                                     | Коригування законодавства під впливом галузевого лобі  | Національні концепти                             |
| 7.                                     | «Рейдерство» і штучне банкрутство, корупція  | Національні концепти                             |
| 8.                                     | Інфляційні процеси та девальвація національної валюти  | Національні концепти                             |
| 9.                                     | Прорахунках державної політики   | Національні концепти                             |
| 10.                                    | Структурні диспропорції, слабкість міжгалузевих взаємозв'язків (кооперація, інтеграція)                      | Національні концепти                             |
| 11.                                    | Обтяжливі соціальні виплати  | Національні концепти                             |
| 12.                                    | Незахищеність внутрішнього ринку та національного товаровиробника наукоємної, високотехнологічної продукції  | Національні концепти                             |
| <b>Концепти субпотенціалів</b>         |  |  |
| 13.                                    | Знос основних засобів промислових підприємств  | Виробничий субпотенціал                          |
| 14.                                    | Тіньові процеси в управлінні промисловими підприємствами   |  |
| 15.                                    | Недостатній рівень конкурентоспроможності продукції, що виробляються   |  |
| 16.                                    | Високий рівень ресурсоємності виробництва  |  |
| 17.                                    | Значний відсоток працівників, які змушені працювати в невідповідних умовах                                   |  |
| 18.                                    | Екодеструктивні процеси  |  |
| 19.                                    | Низький рівень інформатизації і використання інформаційних технологій  | Інформаційний субпотенціал                       |
| 20.                                    | Відсутність активних маркетингових заходів щодо розширення ринку збуту                                       | Маркетинговий субпотенціал                       |
| 21.                                    | Низький рівень інноваційної активності вітчизняних промисловців  | Інноваційний субпотенціал                        |
| 22.                                    | Обмеженість фінансово-інвестиційних можливостей  | Інвестиційний субпотенціал                       |



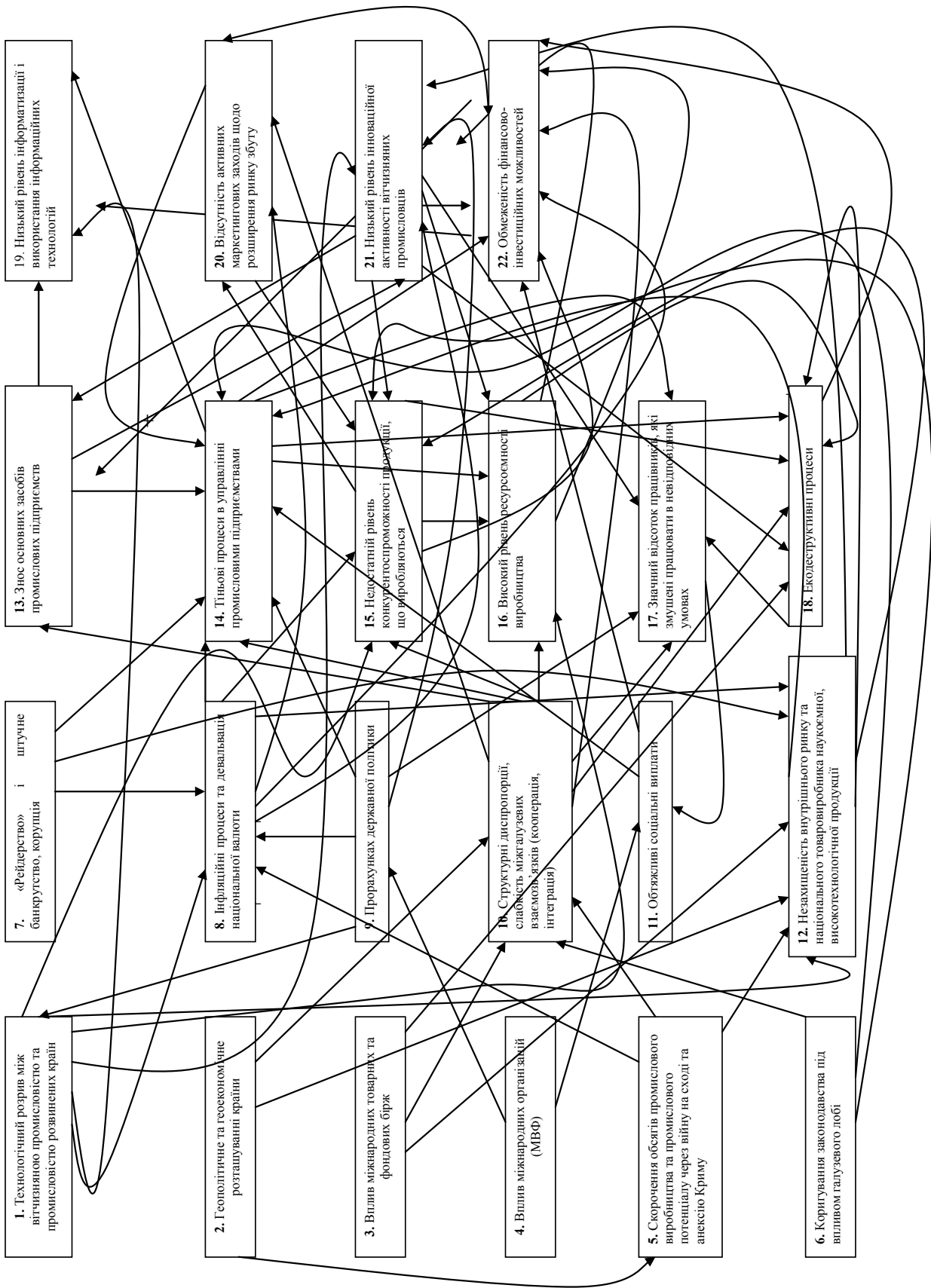


Рис. 2. Когнітивна картаКогнітивну карту можна представити у вигляді суміжної матриці

Наступний етап аналізу когнітивної моделі сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства, пов'язаний з

дослідженням сценарного аналізу, націлений на моделювання тенденцій розвитку системи в майбутньому, припускає визначення змін значень вер-

Таблиця 2

**Суміжна матриця когнітивної карти сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислових підприємств**

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| 2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| 9  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |

Таблиця 3

**Результати моделювання імпульсного процесу, відповідного сценарію внесення збурень у вершину K10**

|    | n1 | n2 | n3 | n4 | n5 | n6  | n7  | n8   |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|------|
| 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 5  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 7  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 9  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 10 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 11 | 0  | 0  | 1  | 2  | 8  | 20  | 67  | 202  |
| 12 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0    |
| 13 | 0  | 1  | 1  | 8  | 22 | 67  | 203 | 630  |
| 14 | 0  | 1  | 2  | 4  | 16 | 49  | 140 | 442  |
| 15 | 0  | 1  | 1  | 5  | 14 | 47  | 131 | 422  |
| 16 | 0  | 1  | 2  | 6  | 17 | 58  | 174 | 521  |
| 17 | 0  | 1  | 2  | 8  | 20 | 67  | 202 | 622  |
| 18 | 0  | 1  | 3  | 8  | 23 | 75  | 232 | 695  |
| 19 | 0  | 0  | 3  | 8  | 26 | 77  | 241 | 723  |
| 20 | 0  | 1  | 2  | 6  | 19 | 53  | 172 | 511  |
| 21 | 0  | 0  | 3  | 8  | 28 | 78  | 250 | 757  |
| 22 | 0  | 1  | 5  | 14 | 39 | 125 | 380 | 1166 |

шин графа – концептів субпотенціалів на відповідних тактах моделювання на підставі теореми про поширення збурень, згідно з якою

$$r(t) = r(0) \left[ F^t \right], H(t) = H(0) + \left[ I + F + F^2 + \dots + F^t \right], \quad (2)$$

де  $r(t)$  – вектор зміни значень параметрів вершин зваженого неорієнтованого графа на відповідному такті моделювання

$F$  – матриця суміжності для даного зваженого неорієнтованого графа – таблиця, у якій як стовпці, так і рядки відповідають вершинам графа – концептам субпотенціалів.

$t$  – такти (кроки) моделювання  $t=0,1,2,3,\dots,n$ , що відображають послідовність змін станів системи сукупного потенціалу підприємства;

$X(t)$  – значення параметрів вершин на такті моделювання;

$X(0)$  – значення параметрів вершин на початковому такті моделювання;

$I$  – одинична матриця.

Задамо  $L = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,+1,0,0,0,0,0)$ , тобто внесемо позитивну зміну в 10-й елемент системи – «структурні диспропорції, слабкість міжгалузевих взаємозв'язків (кооперація, інтеграція)». Задана кількість тактів моделювання дорівнює 8 ( $n = 8$ ).

Розраховані на підставі імпульсних процесів нові значення параметрів вершин когнітивної моделі в окремі такти моделювання  $n_1, n_2, \dots, n_8$  відповідно представлено в табл. 3), на підставі якого побудовано графік (рис. 3) зміни імпульсів у вершинах.

На осі абсцис (рис. 3) відзначаються такти моделювання ( $n$ ), на осі ординат – зміна значень концептів сукупного потенціалу сталого розвитку промислових підприємств у відносних одиницях.

Дані сценарного моделювання свідчать, що структурні диспропорції та слабкість міжгалузевих взаємозв'язків суттєво впливають перш за все на

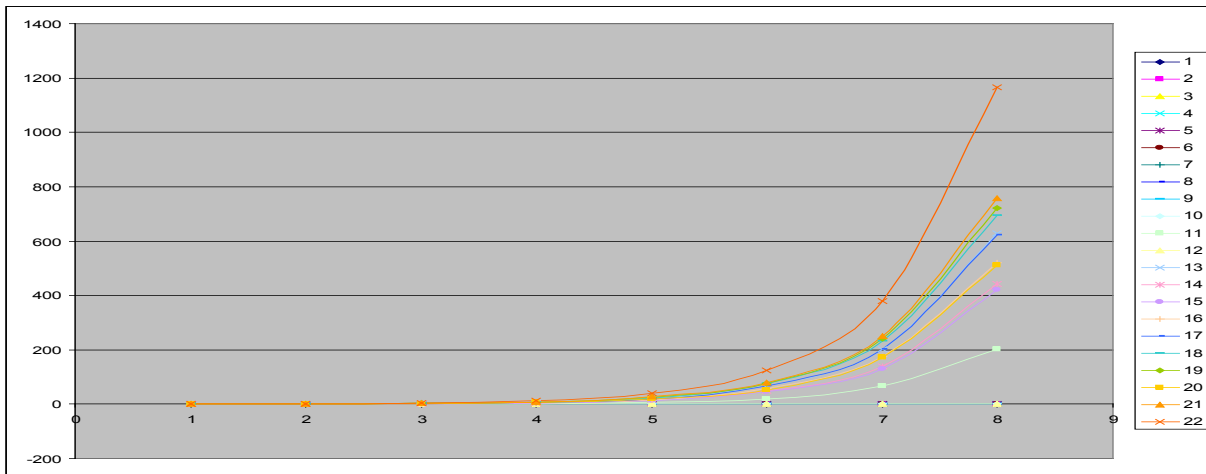


Рис. 3. Імпульсний процес – графік зміни значень імпульсів в вершинах 1-22, при внесенні збурень +1 в вершину K10

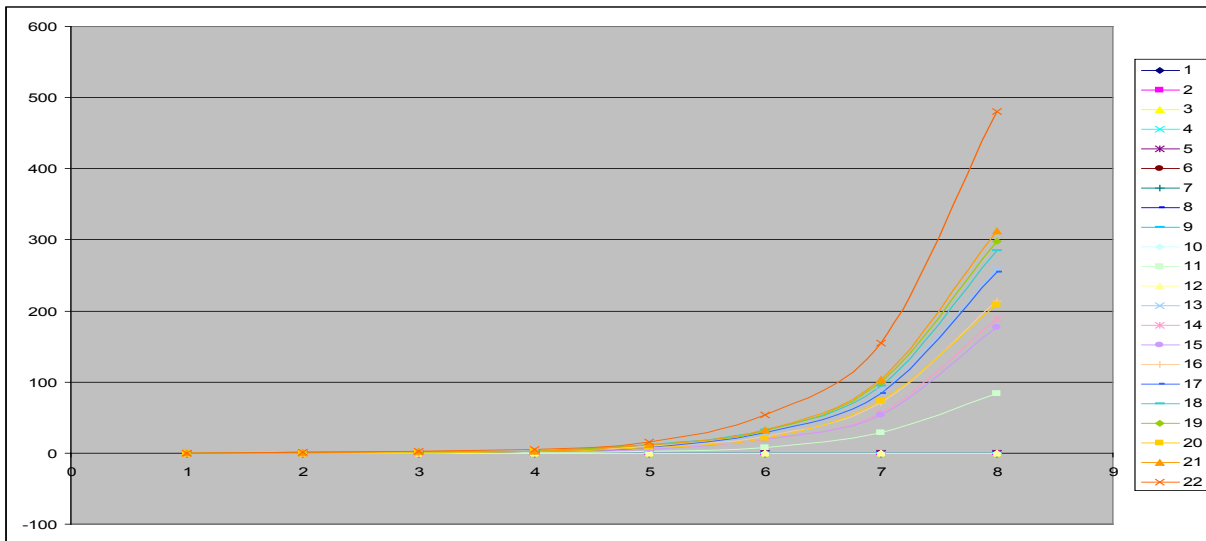


Рис. 4. Імпульсний процес – графік зміни значень імпульсів в вершинах 1-22, при внесенні збурень +1 в вершину K14

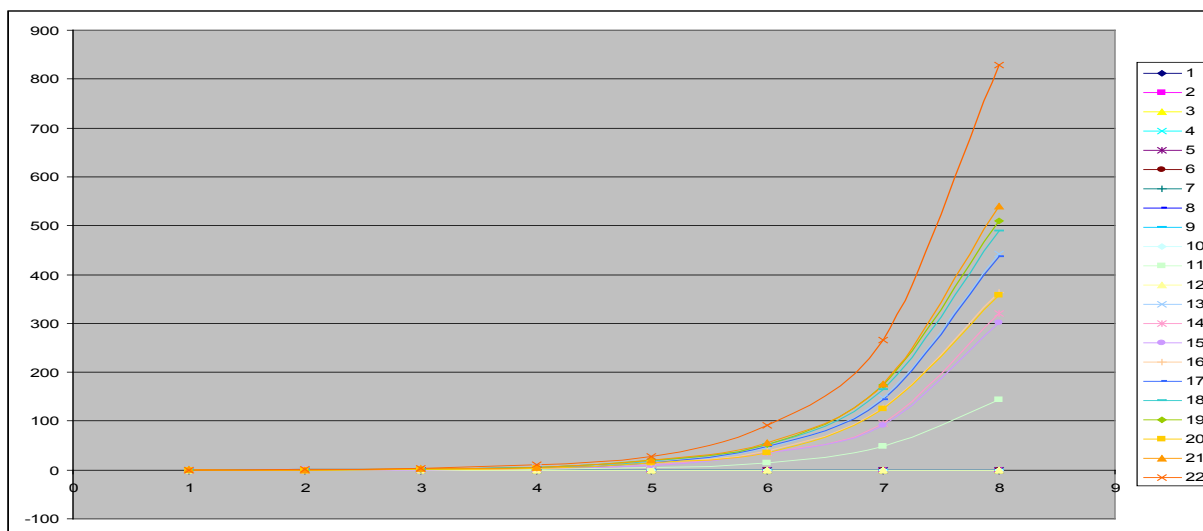


Рис. 5. Імпульсний процес – графік зміни значень імпульсів в вершинах 1-22, при внесенні збурень +1 в вершину K21

фінансово-інвестиційні можливості, інноваційну активність та використання інформаційних технологій, формують екодеструктивні процеси.

Однак робити висновки про зміни концептів слабкоструктурованої системи можна лише зіставляючи різні сценарії розвитку ситуації. Відносний показник по осі ординат як раз і забезпечує цю порівняльність і відображає зміну параметрів системи не на часових відрізках, а на певних тактах моделювання, які однакові для всіх сценаріїв однієї когнітивної моделі.

Розглянемо різні сценарії сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислових підприємств

Сценарій 1. Імпульс надходить у тіньові процеси в управлінні промисловими підприємствами (14).

Тіньові процеси в управлінні промисловими підприємствами суттєво вплинуть перш за все на фінансово-інвестиційні можливості, інноваційну активність та розвиток інформаційних технологій (інноваційний та інформаційний субпотенціали), екодеструктивні процеси (виробничий субпотен-

Таблиця 4

Результати моделювання імпульсного процесу, відповідного сценарію внесення збурень у вершини K 1-12

|    | n1 | n2 | n3 | n4  | n5  | n6  | n7   | n8   |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| 1  | 1  | 1  | 0  | -4  | -2  | 4   | 6    | -2   |
| 2  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 3  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 4  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 5  | 1  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 6  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 7  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 8  | 1  | 4  | 2  | -4  | -6  | 2   | 10   | 4    |
| 9  | 1  | 0  | -4 | -2  | 4   | 6   | -2   | -10  |
| 10 | 1  | 4  | 1  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    |
| 11 | 1  | 1  | 2  | 17  | 53  | 169 | 510  | 1563 |
| 12 | 1  | 6  | 6  | 2   | -8  | -8  | 6    | 16   |
| 13 | 0  | 1  | 10 | 44  | 178 | 543 | 1579 | 4843 |
| 14 | 0  | 7  | 18 | 32  | 108 | 373 | 1148 | 3397 |
| 15 | 0  | 5  | 21 | 40  | 107 | 344 | 1065 | 3232 |
| 16 | 0  | 2  | 21 | 56  | 130 | 421 | 1352 | 4135 |
| 17 | 0  | 2  | 17 | 53  | 169 | 510 | 1563 | 4831 |
| 18 | 0  | 2  | 22 | 77  | 190 | 553 | 1769 | 5481 |
| 19 | 0  | 1  | 11 | 55  | 188 | 619 | 1868 | 5660 |
| 20 | 0  | 2  | 15 | 51  | 152 | 436 | 1294 | 4002 |
| 21 | 0  | 4  | 16 | 62  | 208 | 631 | 1916 | 5878 |
| 22 | 0  | 2  | 27 | 116 | 335 | 948 | 2927 | 9054 |



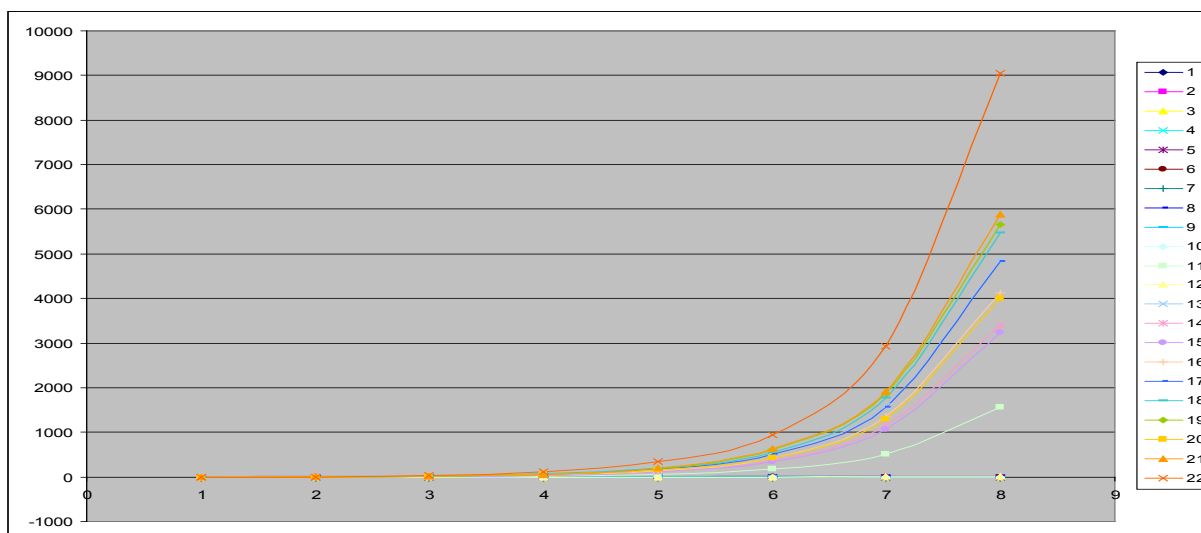


Рис. 6. Імпульсний процес – графік зміни значень імпульсів в вершинах 1-22, при внесенні збурень +1 в вершини K1-12

ціал), рівень придатності основних засобів промислових підприємств (виробничий субпотенціал).

Сценарій 2. Низький рівень інноваційної активності вітчизняних промисловців (21).

Низький рівень інноваційної активності вітчизняних промисловців теж вплине на ті ж самі концепти: фінансово-інвестиційні можливості, розвиток інформаційних технологій, екодеструктивні процеси, рівень придатності основних засобів промислових підприємств

Вплив фактора інноваційної активності буде більш значимий, ніж тіньові процеси в управлінні, про що свідчать підвищені відносні показники на графіку.

Сценарій 3. Вплив зовнішніх факторів на сукупний потенціал інноваційного сталого розвитку промислових підприємств (концепти 1-12).

Зміни імпульсів у вершинах наведено в таблиці 4. Графічно впливу концептів зовнішнього середовища наведено на рис. 6.

Концепти зовнішньої середовища суттєво вплинуть на фінансово-інвестиційні можливості промислових підприємств (9054), призведуть до зменшення рівня інноваційної активності вітчизняних промисловців (5878), суттєво обмежать розвиток інформатизації і використання інформаційних технологій (5660), посилять екодеструктивні процеси на промислових підприємствах (5481).

#### Висновки з проведеного дослідження.

Таким чином, проведене дослідження показує, що запропонований підхід до проблеми аналізу і оцінки сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислових підприємств дозволяє розширити коло використання методу когнітивного моделювання в управлінні промисловими підприємствами. Основним завданням, яке вирішується в рамках когнітивного моделювання є завдання прогнозування та завдання вибору альтернатив-

них стратегій впливу концептів субпотенціалів на загальний стан сукупного потенціалу інноваційного сталого розвитку промислового підприємства. Когнітивні карти дозволяють здійснювати аналіз впливів на сукупний потенціал інноваційного сталого розвитку, тобто аналіз досліджуваної ситуації за допомогою вивчення структури взаємних впливів концептів когнітивної карти та динамічний аналіз, який полягає у генерації можливих сценаріїв її розвитку.

Відповідно до алгоритму створена когнітивна карта з 22 концептів, які мають відповідні взаємовпливи. Проведено сценарний аналіз, націлений на моделювання тенденцій розвитку системи в майбутньому, який припускає визначення змін значень вершин графа – концептів субпотенціалів на відповідних тактах моделювання на підставі теореми про поширення збурень. Розглянуто 4 імпульсних сценаріїв:

- імпульс в 10-й елемент системи – «структурні диспропорції, слабкість міжгалузевих взаємозв'язків (кооперація, інтеграція)», перший імпульс дасть суттєвий вплив на фінансово-інвестиційні можливості, інноваційну активність та використання інформаційних технологій, екодеструктивні процеси;

- імпульс в 14-й елемент системи – «тіньові процеси в управлінні промисловими підприємствами» призведе до руйнівних процесів інноваційного, інформаційного та виробничого субпотенціалів;

- імпульс в 21-й елемент системи – «низький рівень інноваційної активності вітчизняних промисловців» вплине на ті ж самі концепти, що і у імпульсі в 14-й елемент системи, але значення руйнівних процесів від імпульсу майже вдвічі більше.

- імпульс в концепти зовнішньої середовища (1-12) суттєво вплинуть на фінансово-інвестиційні можливості промислових підприємств, призведуть до

зменшення рівня інноваційної активності вітчизняних промисловців, суттєво обмежать розвиток інформатизації і використання інформаційних технологій, посилять екодеструктивні процеси на промислових підприємствах.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Філіппова В. Адаптація методу когнітивного моделювання до аналізу й оцінки державної політики в галузі педагогічної освіти. *Публічне управління: теорія та практика*. 2014. Вип. 3. с. 124-130.
2. Яремчук О. Побудова когнітивної моделі сталого розвитку туристично-рекреаційної системи (на прикладі тернопільського регіону). *Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки*. 2010. Т. 112. С. 91-94.
3. Паршин Ю. І. Когнітивне моделювання сталого розвитку національного господарства. *Ефективна економіка*. 2015. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_1\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_1_23).
4. Доровський О. В. Структурно-цільовий аналіз сценаріїв розвитку фармацевтичної галузі України. *Проблеми економіки*. 2015. № 1. С. 340-348.
5. Макарова Г. Когнітивне моделювання у прогнозуванні економічного потенціалу підприємства. *Вісник КНТЕУ*. 2013. № 4. С. 81-91
6. Лебідь О. Ю. Побудова когнітивної моделі для аналізу діяльності електронних магазинів. *Ефективна економіка*. 2015. № 11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_11\\_91](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_11_91).
7. Дербенцев В. Д. Когнітивні карти та їх застосування до моделювання туристично-рекреаційної системи Кримського регіону. *Економіка та підприємництво: зб. наук. праць молодих учених та аспірантів. М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана»*, 2009. Вип. 23. с. 386–399.

#### REFERENCES:

1. Filippova V. (2014) Adaptacija metodu kognityvnogo modeljuvannja do analizu j ocinky derzhavnoi'

polityky v galuzi pedagogichnoi' osvity [Adaptation of the method of cognitive modeling to the analysis and evaluation of state policy in the field of pedagogical education]. *Public administration: theory and practice*. Vol. 3. pp. 124-130 (in Ukrainian).

2. Yaremchuk O. (2010) Pobudova kognityvnoi' modeli stalogo rozvytku turystychno-rekreacijnoi' systemy (na prykladi Ternopil's'kogo regionu) [Construction of a cognitive model of sustainable development of the tourist and recreational system (on the example of the Ternopil region)]. *Scientific notes of NaUKMA. Computer Science*. Vol. 112. pp. 91-94 (in Ukrainian).

3. Parshin Y.I. (2015) Kognityvne modeljuvannja stalogo rozvytku nacional'nogo gospodarstva [Cognitive modeling of sustainable development of the national economy]. *Efficient economy*. Vol. 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_1\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_1_23) (in Ukrainian).

4. Dorovsky O.V. (2015) Strukturno-cil'ovyj analiz scenarii'v rozvytku farmacevtychnoi' galuzi Ukraïny [Structural-target analysis of scenarios for the development of the pharmaceutical industry of Ukraine]. *Problems of the economy*. Vol. 1. pp. 340-348. (in Ukrainian).

5. Makarova G. (2013) Kognityvne modeljuvannja u prognozuvanni ekonomichnogo potencialu pidpryemstva [Cognitive modeling in forecasting the economic potential of the enterprise]. *Bulletin of KNTEU*. Vol. 4. pp. 81-91. (in Ukrainian).

6. Lebid O.Y. (2015) Pobudova kognityvnoi' modeli dlja analizu dijal'nosti elektronnyh magazyniv [Construction of a cognitive model for the analysis of e-shops] *Efficient economy*. Vol. 11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_11\\_91](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_11_91). (in Ukrainian).

7. Derbentsev V.D. (2009) Kognityvni karty ta i'h zastosuvannja do modeljuvannja turystychno-rekreacijnoi' systemy Kryms'kogo regionu [Cognitive maps and their application to modeling of tourist and recreational system of the Crimean region]. *Economics and Entrepreneurship: Coll. Science. works of young scientists and graduate students. Ministry of Education and Science of Ukraine, SHEI «Kyiv. nat. econ. Univ. V. Hetman»*. Vol. 23. pp. 386-399. (in Ukrainian).