

tasks / O.I. Poprozman // Collection of scientific works. Economic Research Institute of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. Formation of market relations in Ukraine. Issue No. 2. (141). Pp. 82–85.

5. Prokopenko N.S. Aspects of management of enterprise innovation activity / N.S. Prokopenko, O.I. Poprozman // Formation of market relations in Ukraine. – 2011. – № 12 (127). – P. 98 – 101.

6. Kharchuk T.V. Characteristics of economic stability of the enterprise and its elements / Kharchuk T.V. // Bulletin of Economics of Transport and Industry. – 2011. – №34. – P.332–335.

7. Kharchuk T.V. Components of competitiveness management in the system of economic enterprise management / T.V. Kharchuk // Bulletin of the economy of transport and industry. – 2013. – Vip. 44. pp. 245–251.

Дані про автора

Олександр Іванович Попрозман,

к.е.н., доцент, кафедра спорту менеджменту і економіки, Національний університет фізичного виховання і спорту України

e-mail: Sipoprozman@meta.ua

Данные об авторе

Александр Иванович Попрозман,

к.э.н., доцент, кафедра менеджмента и экономики спорта, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

e-mail:Sipoprozman@meta.ua

Data about the author

Alexander Poprozman,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Management and Economics of Sport, National University of Physical Education and Sports of Ukraine

e-mail:Sipoprozman@meta.ua

УДК 338.439

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3726294>

РУМИК І.І.

Застосування когнітивного інструментарію у дослідженнях економічних моделей продовольчого забезпечення

Предмет дослідження – оцінка впливу компонентів на безпеку продовольчого забезпечення за допомогою когнітивного моделювання.

Актуальність теми дослідження. В сучасних динамічних умовах функціонування економіки стає складніше розробляти безпекові стратегії для таких складних систем як система продовольчого забезпечення. Разом з тим, використання когнітивних методів дозволяє провести аналіз факторів впливу, силу їх взаємодії, графічно відобразити причинно-наслідкові зв'язки у змінній слабоструктурованій системі з метою прийняття оптимальних управлінських рішень.

Мета і завдання дослідження. Мета статті полягає у дослідженні методики когнітивного моделювання складних економічних систем забезпечення продовольчої безпеки національної економіки.

Методологія. Методологічну основу статті склав когнітивний метод моделювання, за допомогою якого визначено чинники впливу на систему, виявлено зв'язки між ними та побудовано модель у формі когнітивної карти. Це дозволило провести трьохкомпонентний сценарний аналіз, виявити характер зміни моделі і визначити її «вузьке місце», яким є стратегія стимулювання агро-виробництва.

Результати дослідження. Проаналізовано компоненти розвитку національної економіки з позиції забезпечення її продовольчої безпеки. Побудована матриця суміжності та когнітивна карта безпечної моделі продовольчого забезпечення. Проведено імпульсне моделювання впливу заданих компонентів та визначено рівень їх впливу на систему продовольчої безпеки.

Галузь застосування результатів. Результати когнітивного моделювання впливу факторів на продовольчу безпеку можуть бути використані для розробки стратегії розвитку аграрної галузі в умовах динамічних змін економіки.

Висновки. Когнітивна методологія і програмна система FCM (Fuzzy-Logic Cognitive Mapping) є інструментом, який допомагає структурувати знання, системно та всебічно проводити досліджен-

ня складної системи. В результаті проведеного сценарного моделювання досліджено вплив трьох компонентів на продовольчу безпеку, що дає можливість вибрати оптимальний варіант і приймати рішення з його практичної реалізації.

Ключові слова: когнітивна модель, складна система, компоненти, сценарний аналіз, візуалізація даних, безпека, продовольче забезпечення.

РУМЫК И.И.

Применение когнитивного инструментария в исследованиях экономических моделей продовольственного обеспечения

Предмет исследования – оценка влияния компонентов на безопасность продовольственного обеспечения с помощью когнитивного моделирования.

Актуальность темы исследования. В современных динамических условиях функционирования экономики становится сложнее разрабатывать безопасные стратегии для таких сложных систем как система продовольственного обеспечения. Вместе с тем, использование когнитивных методов позволяет провести анализ факторов влияния, силу их взаимодействия, графически отобразить причинно–следственные связи в слабоструктурированной системе с целью принятия оптимальных управленческих решений.

Цель и задачи исследования. Цель статьи заключается в исследовании методики когнитивного моделирования сложных экономических систем обеспечения продовольственной безопасности национальной экономики.

Методология. Методологическую основу статьи составил когнитивный метод моделирования, с помощью которого определены факторы влияния на систему, выявлено связи между ними и построена модель в форме когнитивной карты. Это позволило провести трехкомпонентный сценарный анализ, выявить характер изменения модели и определить ее «узкое место», которым является стратегия стимулирования агропроизводства.

Результаты исследования. Проанализированы компоненты развития национальной экономики с позиции обеспечения ее продовольственной безопасности. Построена матрица смежности и когнитивная карта безопасной модели продовольственного обеспечения. Проведено импульсное моделирование влияния заданных компонентов и определен уровень их влияния на систему продовольственной безопасности.

Область применения результатов. Результаты когнитивного моделирования влияния факторов на продовольственную безопасность могут быть использованы для разработки стратегии развития аграрной отрасли в условиях динамических изменений экономики.

Выводы. Когнитивная методология и программная система FCM (Fuzzy–Logic Cognitive Mapping) является инструментом, который помогает структурировать знания, системно и всесторонне проводить исследования сложной системы. В результате проведенного сценарного моделирования исследовано влияние трех компонентов на продовольственную безопасность, что позволяет выбрать оптимальный вариант и принимать решения по его практической реализации.

Ключевые слова: когнитивная модель, сложная система, компоненты, сценарный анализ, визуализация данных, безопасность, продовольственное обеспечение.

RUMYK I.I.

Application of cognitive tools in researches of economic models of food providing

The subject of the study is an assessment of the impact of components on food providing through cognitive modeling.

Topicality. In today's dynamic conditions of the functioning of the economy, it is becoming more difficult to develop safe strategies for such complex systems as the food providing system. At the same time, the use of cognitive methods makes it possible to analyze influence factors, the strength

of their interaction, and graphically display cause–effect relationships in a variable, poorly structured system in order to make optimal managerial decisions.

The purpose of the article is to study the methods of cognitive modeling of complex economic systems to ensure food security of the national economy.

Methodology. The methodological basis of the article was the cognitive modeling method, with the help of which the factors of influence on the system were determined, the relationships between them were identified and a model was constructed in the form of a cognitive map. This made it possible to conduct a three–component scenario analysis, identify the nature of the model change and determine its bottleneck, which is the strategy of stimulating agricultural production.

Results. The components of the development of the national economy from the perspective of ensuring its food security are analyzed. An adjacency matrix and a cognitive map of a safe food–providing model are constructed. Impulse modeling of the influence of certain components was carried out and the level of their influence on the food security system was determined.

Area of application. The results of cognitive modeling of the influence of factors on food security can be used to develop a strategy for the development of the agricultural sector in the context of dynamic changes in the economy.

Conclusions. The cognitive methodology and software system FCM (Fuzzy–Logic Cognitive Mapping) is a tool that helps to structure knowledge, systematically and comprehensively conduct research on a complex system. As a result of the scenario modeling, the influence of the three components on food security was investigated, which allows you to choose the best option and make decisions on its practical implementation.

Keywords: cognitive model, complex system, components, scenario analysis, data visualization, security, food providing.

Постановка проблеми. Проблема безпечного розвитку будь–якої країни, в тому числі України, є великомасштабною та вимагає врахування різних непорівнянних аспектів, які описуються сукупністю взаємозалежних динамічних факторів. Конкретні стратегічні проблеми безпечного і сталого розвитку індивідуальні і різняться за своїм змістом.

В умовах сформованого державного устрою і незмінного суспільно–економічного механізму проблематика безпечного розвитку однозначно визначена, вона фіксована і не змінюється в часі. Наприклад, розвиток за п'ятирічними планами з постійним плануванням темпів росту соціально–економічних показників у Радянському Союзі. До другого класу належать задачі, в яких їх структура не залишається фіксованою її формування відбувається послідовно в залежності від прийнятих рішень. Такі задачі виникають у країнах з економіками, що розвиваються і трансформуються, наприклад Україна в даний час. Для таких систем проблему сталого розвитку необхідно розглядати і вирішувати комплексно, як проблему безпеки і виживання, що вимагає розробки відповідної методології, формалізованого апарату і ефективних методів вирішення.

Останнім часом в основу побудови таких систем покладено когнітивний підхід, який дозволяє поєднувати формалізовані наукові знання з досвідом експертів і творчим потенціалом осіб, що приймають рішення. Враховуючи складність дослідження проблеми продовольчої безпеки національної економіки, доцільно переходити до якісного аналізу взаємопов'язаних факторів, які впливають на розвиток виробництва і загальний рівень добробуту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Когнітивний підхід до підтримки прийняття рішень орієнтований на те, щоб активізувати інтелектуальні процеси суб'єкта і допомогти йому зафіксувати своє уявлення проблемної ситуації у вигляді формальної моделі. Методологія когнітивного моделювання, призначена для аналізу і прийняття рішень у важко прогнозованих ситуаціях, була запропонована Axelrod R. [1]. Надалі це питання розробляв у своїх працях Roberts FS. [2], а симпліціальний аналіз (Simplicial Analysis) і метод Ланцюгових зв'язків (Chains of Connection) когнітивної карти детально розглянуто такими відомими дослідниками як Atkin R. та Casti JL. [3]. Відомі розробки Інституту проблем управління

(ІПУ) РАН щодо створення інтелектуальних систем підтримки управлінських рішень [4].

Аналіз вітчизняних напрацювань з питань когнітивного моделювання свідчить, що переважна більшість наукових праць пов'язана з розвитком теоретичних досліджень на основі зарубіжних методик оцінки складних систем з використанням діалогових систем прийняття управлінських рішень [5–9].

Проте, спроби побудувати експертну систему підтримки прийняття рішень у галузі сталого та безпечного розвитку поки що не знайшли загально визнаного успішного завершення. Існуючі експертні знання та формалізовані наукові знання з вирішення загальних проблем і методів прийняття рішень вказують на необхідність розробки інтелектуальної системи підтримки управлінських рішень.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Розширення напрямків використання та удосконалення окремих концепцій когнітивного моделювання щодо забезпечення безпеки і стійкості розвитку системи продовольчого забезпечення дозволяє забезпечити компліментарність видів діяльності різних суб'єктів і створити відповідне підґрунтя для розвитку галузі в цілому. Якість утворення такої бази значною мірою залежить від якості відібраних показників та їх відповідності факторам успіху у забезпеченні продовольчої безпеки.

Розроблена Інститутом проблем управління РАН система програмна система когнітивного моделювання реалізує ідеї і методи когнітивної структуризації знань експертів, а також використовує різноманітні методи системного аналізу для реалізації завдань когнітивного моделювання. На відміну від існуючих програмних систем, вона має ширше коло завдань системного аналізу, які розв'язуються у взаємозв'язку [4].

Checkland P. вважає, що при прийнятті рішень в неструктурованих ситуаціях у суб'єкта (експерта) виникає модель проблемної області, на основі якої він намагається пояснити що відбувається в реальності. При цьому об'єктивні закономірності реального світу представлені суб'єктивними експертними оцінками. В результаті відображаються не тільки закони і закономірності ситуації, а й світогляд експерта, його система переконань, цінностей, рівень освіти, досвід і т.д. [10].

На думку Ялдіна І.В., при каскадуванні показників відсутній конкретний інструментарій чи де-

тальні рекомендації щодо реалізації узгодженого транслявання рівнів відібраних показників на низові рівні архітектурної побудови суб'єкта господарювання, що можна вирішити за допомогою когнітивного моделювання [9, с. 143].

Вузким місцем існуючих систем когнітивного моделювання ситуацій є неузгодженість призначеного для користувача інтерфейсу і алгоритмів обробки даних з психологічними особливостями суб'єктивного виміру значень і сили взаємовпливу факторів системи, що досліджується. Ця неузгодженість призводить до помилок експерта при визначенні сили взаємовпливу факторів, які включаються в когнітивну модель ситуації [11–13].

Ситуаційний аналіз дозволяє прогнозувати можливі події, підготувати альтернативні варіанти рішень із зниженим ступенем ризику у виокремлених проблемних зонах. Формалізація знань, отриманих на етапі когнітивної структуризації (PEST– та SWOT–аналізу), це – побудова когнітивної моделі розвитку системи, зауважує Вергунова І.М. [14, с. 60].

Трактування суті та алгоритмів реалізації когнітивного моделювання на практиці має досить різні підходи. Однак, більшість дослідників цього питання вважають, що використання когнітивного аналізу якісно підвищує обґрунтованість прийняття управлінських рішень, незважаючи на спрощене відображення найскладніших проблем і тенденцій розвитку системи. Дослідження можливих сценаріїв виникнення кризових ситуацій та шляхів і умов їх подолання допомагає експерту проаналізувати ситуацію і розробити найефективнішу стратегію управління, спираючись не стільки на власну інтуїцію, скільки на впорядковане, структуроване і верифіковане знання про складну систему.

У зв'язку з цим, використання когнітивного моделювання у дослідженнях проблеми продовольчої безпеки та вибір оптимального сценарію розвитку є надзвичайно актуальним завданням, яке потребує застосування відповідних теоретико–методологічних підходів та методів вирішення задач розвитку складних систем в умовах невизначеності.

Мета статті полягає у дослідженні методики когнітивного моделювання складних економічних систем забезпечення продовольчої безпеки національної економіки.

Виклад основного матеріалу. Когнітивне моделювання є потужним інструментом дослі-

джен слабкоструктурованих середовищ, допомагає глибше зрозуміти існуючу проблему, виявити суперечності та якісно проаналізувати процеси, що протікають в цих середовищах. Мета його полягає у формуванні та уточненні гіпотези про функціонування досліджуваного об'єкту як складної системи, яка складається з окремих елементів і підсистем, пов'язаних між собою.

Однак, не дивлячись на широке застосування когнітивних методів у дослідженнях процесів у слабкоструктурованому середовищі, не існує єдиної думки щодо того, яку методику застосувати та які етапи моделювання є базовими. Так, на думку О. Ткаченко [7, с. 12], існують наступні етапи когнітивного алгоритму:

1) виявлення чинників, що характеризують ситуацію, систему, середовище;

2) виявлення зв'язків між факторами. Визначення напрямку впливів і взаємовпливів між факторами;

3) визначення характеру впливу (позитивний, негативний). На цьому етапі будується когнітивна карта у вигляді орієнтованого графа;

4) визначення рівня впливу факторів один на одного (слабо, сильно). На цьому етапі остаточно будується когнітивна модель у вигляді функціонального графа.

Г. Пашкова виділяє два основні етапи побудови когнітивних моделей [15, с. 220]:

1) перший етап – попередній аналіз проблеми і її структуризація;

2) другий етап – наочна візуалізація отриманої моделі у формі когнітивної карти.

Горелова Г.В., Радченко С.А. пропонують для забезпечення вирішення завдань моделювання етапи розглядати через функції [4, с. 220]:

1) функція створення і обробки гіпертексту;

2) функція взаємодії з базою даних, пов'язаної з досліджуваною предметною областю;

3) функція створення і коригування когнітивної карти;

4) функція імпульсного моделювання;

5) функція розв'язання оберненої задачі імпульсного моделювання;

6) функція аналізу стійкості моделі;

7) функція структурного аналізу.

Розглянувши різні підходи до побудови когнітивних моделей, можна зробити загальний висновок, який полягає у тому, що в основі їх побудови знаходиться пізнавально-цільова структуриза-

ція знань про об'єкт і зовнішнє середовище. Метою структуризації є ідентифікація найсуттєвіших факторів, що характеризують взаємодію об'єкта та зовнішнього середовища, та виявлення якісних причинно-наслідкових зв'язків між ними.

Проаналізуємо детальніше алгоритм побудови когнітивної карти, що являє собою схематизацію сценаріїв розвитку національної економіки на основі безпечної моделі продовольчого забезпечення. Когнітивна карта є наочною візуалізацією отриманих результатів. Вона має відображати суб'єктивні оцінки (індивідуальні, колективні) досліджуваної проблеми, ситуації, пов'язаної з функціонуванням системи продовольчої безпеки. Основними елементами когнітивної карти є базисні фактори і причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Спочатку слід визначитися з програмою, за допомогою якої буде проводитися побудова моделі. Склад методів аналізу програмних систем визначається характером проблеми, що вирішується. Для зарубіжних програм, наприклад, Decision Explorer чи FCMapper, актуальні завдання аналізу структури когнітивних карт, а не аналізу динаміки розвитку ситуації, змодельованою когнітивними картами. Це пояснюється відносною макроекономічною стабільністю їх економічного розвитку та відсутністю потреби аналізувати динаміку, тобто кількісні параметри розвитку.

Для нашої країни в умовах соціально-економічних і політичних перетворень важливіше аналізувати динаміку розвитку ситуації, так як відсутня економічна стабільність, що не дає можливості генерувати якісні параметри моделі. Відомі програмні системи, які використовуються на теренах бувшого Радянського Союзу, система «Ситуація», інтегрована система «КУРС», яка включає системи «Ситуація», «Компас-2» і «КИТ», системи «Компас» і «Канва», система «ИГЛА», система «Стратег», українська система «Космос» [16, с. 2–3]. Для моделювання застосуємо програмний пакет, що базується на системі Fuzzy-Logic Cognitive Mapping (FCM), за допомогою якої можна будувати напівкількісні моделі соціально-економічних чи екологічних систем, що максимально підходить до сучасних умов розвитку України.

FCM-моделі – це параметризована форма відображення концепцій з можливістю побудови якісних статичних моделей. Вперше були розроблені в 1986 році Б. Коско для структуривання експертних знань з використанням «м'яко-

ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ТА ВИДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

го» системного підходу до програмування, який, як вважається, схожий на спосіб, яким людський розум приймає рішення [17; 18].

FCM представляє знання, визначаючи три характеристики системи:

- компоненти системи;
- позитивні або негативні відносини між компонентами;
- ступінь впливу, який один компонент може мати на інший, визначається якісними характеристиками (наприклад, високий, середній або низький рівень).

Аналітична складова FCM базується на вивченні структури і функцій концептуальних карт з використанням аналізу парних структурних зв'язків між концепціями моделі, заснованого на теорії графів. Ці моделі можуть використовуватися для моделювання складної системи, в якій висока невизначеність і є мало емпіричних даних. Після побудови моделі за допомогою сценарного аналі-

зу можливо досліджувати зміни, збільшуючи або зменшуючи вагу компонентів, включених у модель. Завдяки своїй гнучкості, FCM-моделі використовуються в цілому ряді наукових досліджень.

Перший етап включає визначення важливих компонентів системи. Введення у систему факторів, які описують ситуацію, здійснюється за допомогою множини факторів – $F = \{f_i\}$.

Для відображення взаємодії факторів використовуються позитивний і нормативний підходи. Позитивний ґрунтується на врахуванні характеру взаємодії факторів і дозволяє провести дуги, приписавши їм знаки (+ / –) і точні ваги, тобто відобразити характер взаємодії. Кількісна оцінка взаємовпливу або впливу факторів (виявлення ваг дуг графа) є найважливішим і найскладнішим завданням, адже когнітивне моделювання застосовується при дослідженні слабкоструктурованого середовища з його мінливістю, багатфакторністю, слабкою формалізованістю. Компенсація

Таблиця 1. Система компонентів розвитку національної економіки з позиції забезпечення її продовольчої безпеки

Умове позначення компоненту	Назва компоненту	Значення компоненту у забезпеченні продовольчої безпеки
X1	Активність держави в економічному регулюванні розвитку АПК	Стабільний розвиток і наявність резервів для нарощування виробництва продовольства для оновлення та збільшення запасів
X2	Незавершеність законодавства	Узгодженість законів та підзаконних актів, узаконена продовольча політика
X3	Невизначеність щодо пріоритетів розвитку галузей	Забезпеченість основними продуктами харчування вітчизняного виробництва
X4	Невирішеність земельного питання	Створення ринку землі, визначеність аграрно-земельної політики
X5	Розвинена інфраструктура	Здатність підтримувати стійку дієздатність суб'єктів та забезпечити належні умови життя населення
X6	Сприятливий інвестиційний клімат	Залучення внутрішніх та зовнішніх фінансових ресурсів
X7	Стратегія стимулювання агровиробництва	Зростання виробництва аграрної продукції, насамперед, на експорт
X8	Належна якість і безпечність продуктів	Забезпеченість екологічно чистими та корисними продуктами харчування
X9	Низька купівельна спроможність населення	Ціни на продукти харчування доступні багатодітним сім'ям, пенсіонерам, працівникам, незалежно від професії
X10	Позитивний аграрний імідж	Зростання ефективності виробництва, відновлення та розбудова села
X11	Розвиток аграрної освіти та науки	Забезпечення всіх напрямів виробництва новітніми зразками техніки, технологіями. Вірогідні прогнози розвитку
X12	Нагромадження стратегічних запасів продовольства	Можливість уникнути голоду при введенні нормованого розподілу продуктів харчування протягом не менше, як п'ять років
X13	Відсутність довгострокового моделювання	Досягнення цілей сталого розвитку в умовах обмеженості ресурсів

суб'єктивності оцінки частково вирішується за допомогою неодноразових процедур верифікації.

В якості вимірювальних шкал значень досліджуваних факторів ситуації використовуються порядкові шкали, що дозволяє інтегрувати в єдину модель ситуації всі фактори, які мають числові та лінгвістичні значення. Когнітивна модель ситуації виражається у вигляді орієнтованого знакового графа і задається матрицею суміжності $W=\{w_{ij}\}$, $w_{ij} \in \{-1,0,1\}$ [16, с. 6]. Однак, інтерпретація від'ємних значень показника досить ускладнена і мало зрозуміла. Б. Коско запропонував вирішувати цю проблему шляхом доповнення будь якого фактору ситуації $f_i \in F$ фактором, що має протилежний зміст, тобто \bar{f}_i [17]. Такий підхід зручний для опису системи, що моделює різнополярні прирости значень факторів.

Для забезпечення продовольчої безпеки було обрано тринадцять основних компонентів, які

мають різновекторний вплив на загальний стан безпеки та один на одного (табл. 1).

На другому етапі визначаємо причинно-наслідкові відношення і напрямки впливу між обраними компонентами (табл. 2). Якщо збільшення значення чинника-причини вказує на збільшення значення чинника-наслідку, то такий зв'язок вважають позитивним, в іншому випадку – негативним.

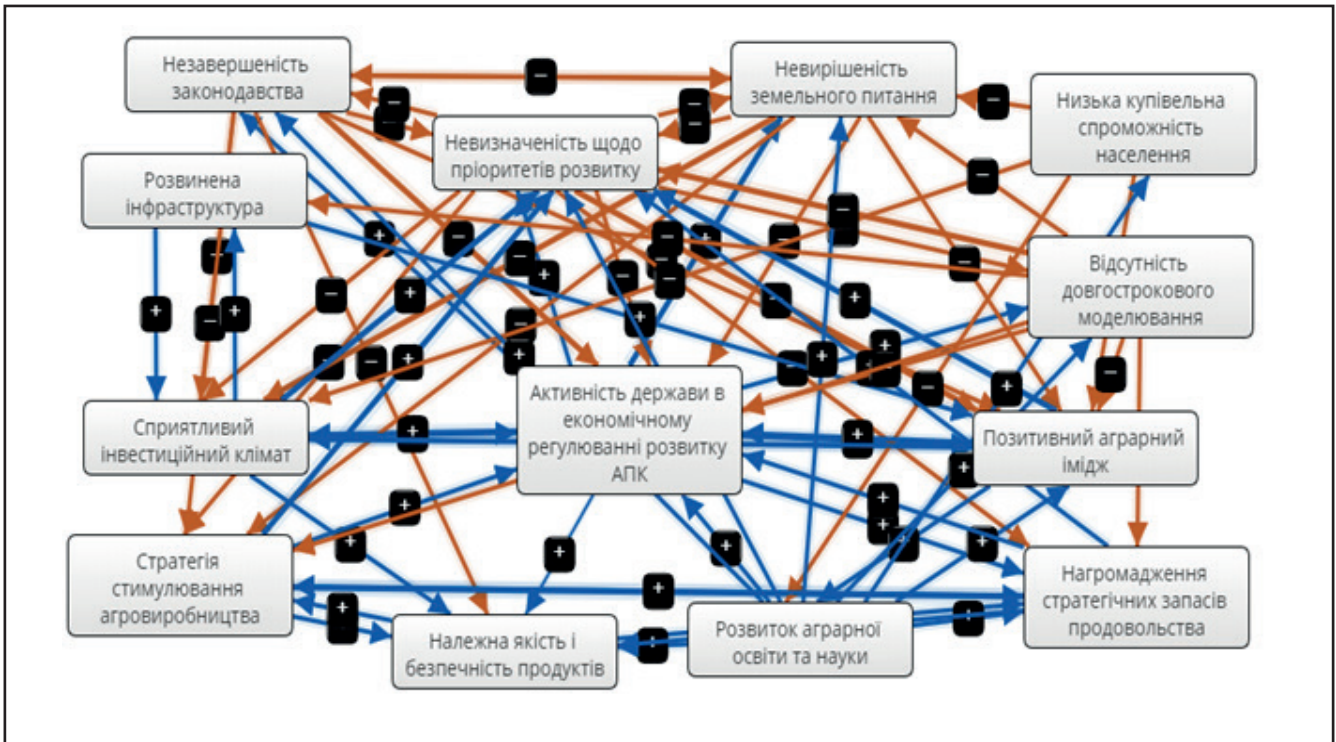
На основі отриманих даних із матриці можливо побудувати графічну когнітивну карту впливу множини компонентів на цільовий компонент «безпечність моделі продовольчого забезпечення» (рис. 1).

Наступний етап – сценарний аналіз «Якщо..., то...» для визначення реакції системи на можливі зміни. В матричному вигляді система рівнянь записується у наступному вигляді:

$$Z(t + 1) = Wz(t) \quad (1);$$

Таблиця 2. Матриця причинності і напрямів впливу компонентів моделі на безпечність продовольчого забезпечення

Елементи вершин	Компоненти, які впливають	Компоненти, які піддаються впливу												
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	Активність держави в економічному регулюванні розвитку АПК	X	+1	+1	+1	0	+1	0	+1	0	+1	0	+1	+1
X2	Незавершеність законодавства	-1	X	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0
X3	Невизначеність щодо пріоритетів розвитку галузей	-1	-1	X	-1	0	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-1
X4	Невирішеність земельного питання	-1	-1	-1	X	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0
X5	Розвинена інфраструктура	0	0	0	0	X	+1	0	0	0	+1	0	0	0
X6	Сприятливий інвестиційний клімат	+1	0	+1	0	+1	X	0	+1	0	+1	0	0	0
X7	Стратегія стимулювання агровиробництва	+1	0	+1	0	0	0	X	+1	0	0	0	+1	0
X8	Належна якість і безпечність продуктів	0	0	0	0	0	0	+1	X	0	0	0	+1	0
X9	Низька купівельна спроможність населення	0	0	0	-1	0	-1	0	0	X	-1	-1	0	0
X10	Позитивний аграрний імідж	+1	0	+1	0	0	+1	0	0	0	X	+1	0	0
X11	Розвиток аграрної освіти та науки	+1	+1	+1	+1	0	0	0	+1	+1	+1	X	+1	+1
X12	Нагромадження стратегічних запасів продовольства	+1	0	+1	0	0	0	+1	+1	0	0	0	X	0
X13	Відсутність довгострокового моделювання	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	X



Рисунки 1. Когнітивна карта моделювання продовольчої безпеки

де, $Z(t) = \{z_i(t)\}$ – початковий вектор приросту значень факторів у момент часу t ;

$Z(t+1) = \{z_i(t+1)\}$ – вектор приросту значень факторів у момент часу $t+1$, $z_i(t) \in -1, 1$;

$W = |w_{ij}|$ – матриця суміжності, $w_{ij} \in -1, 1$ – характеризує силу зв'язку.

Приріст значень факторів у послідовні дискретні моменти часу $Z(t+1), \dots, Z(t+n)$ вираховують за допомогою правила композиції [13]:

$$z_i(t) = \max(z_i^+(t), z_i^-(t)) \quad (2)$$

де, $z_i^+(t) = \max_j (z_j(t-1) \cdot w_{ij})$ – максимальний позитивний;

$z_i^-(t)$ – максимальний за модулем негативний $z_i^-(t) = \max_j (|z_j(t-1) \cdot w_{ij}|)$ приріст значення фактор-наслідку.

Приріст значення фактору $z_i(t) \in Z(t), \forall t$, представлений парою [13]:

$$\langle z_i(t), c_i(t) \rangle \quad (3)$$

де, $c_i(t)$ – консонанс значення фактору,

$$0 \leq c_i(t) \leq 1, c_i(t) = \frac{|z_i^+(t) + z_i^-(t)|}{|z_i^+(t)| + |z_i^-(t)|}$$

Консонанс фактору характеризує впевненість суб'єкта у прирості значення $z_i(t)$ фактору f_i . При $c_i(t) \approx 1$, тобто $|z_i^+(t)| \gg |z_i^-(t)|$ або $|z_i^-(t)| \gg |z_i^+(t)|$ впевненість суб'єкта у значенні фактору $z_i(t)$ максимальна, а при $c_i(t) \approx 0$, тобто $z_i^+(t) \approx |z_i^-(t)|$ мінімальна [19].

Проведемо сценарний аналіз приросту трьох компонентів моделі, а саме: X1 – активність держави в економічному регулюванні розвитку АПК, X6 – сприятливий інвестиційний клімат та X – позитивний аграрний імідж, при умові їх максимального зростання до $f_i \in +1$. Результати приведемо у табл. 3.

Результати трьохкомпонентного сценарного моделювання свідчать, що у першому сценарії при максимальному значенні компонента X1 найбільший приріст показали два компоненти: X6 – сприятливий інвестиційний клімат та X13 – відсутність довгострокового моделювання.

При максимальному значенні X6 найбільший приріст показали чотири компоненти: X10 – позитивний аграрний імідж, X1 – активність держави в економічному регулюванні розвитку АПК, X5 – розвинена інфраструктура та X3 – невизначеність щодо пріоритетів розвитку галузей.

При максимальному значенні X10 найбільший приріст показали чотири компоненти: X11 – розвиток аграрної освіти та науки, X3 – невизначеність щодо пріоритетів розвитку галузей, X6 – сприятливий інвестиційний клімат та X1 – активність держави в економічному регулюванні розвитку АПК.

У всіх трьох сценаріях спостерігається зниження компонента X7 – стратегія стимулювання агро-

Таблиця 3. Сценарний аналіз впливу заданих компонентів на безпечність моделі продовольчого забезпечення

Component	+/-	Actual State	+/-	Actual State	+/-	Actual State
	Scenario #1		Scenario #2		Scenario #3	
X1	+1	Increase max	+0,12	Increase	+0,11	Increase
X2	+0,05	Increase	0,00	No changes	+0,01	Increase
X3	+0,06	Increase	+0,11	Increase	+0,12	Increase
X4	+0,07	Increase	0,00	No changes	+0,01	Increase
X5	0,00	No changes	+0,12	Increase	+0,02	Increase
X6	+0,09	Increase	+1	Increase max	+0,12	Increase
X7	-0,03	Decrease	-0,01	Decrease	-0,02	Decrease
X8	0,00	No changes	0,00	No changes	+0,02	Increase
X9	+0,05	Increase	+0,08	Increase	+0,03	Increase
X10	+0,05	Increase	+0,13	Increase	+1	Increase max
X11	+0,01	Increase	+0,02	Increase	+0,13	Increase
X12	+0,07	Increase	+0,02	Increase	+0,02	Increase
X13	+0,09	Increase	+0,01	Increase	+0,03	Increase

виробництва, що, очевидно, є «вузьким місцем» моделі, на що треба звернути особливу увагу.

Висновки

Проведене дослідження надає можливість зробити наступні висновки і сформулювати пропозиції. Когнітивна методологія і програмна система FCM є інструментом, який допомагає структурувати знання, системно та всебічно проводити дослідження різних взаємопов'язаних завдань функціонування складної системи. В результаті проведення імпульсного моделювання отримують набір сценаріїв, з яких можна вибрати оптимальний і приймати рішення з його практичної реалізації.

Основне призначення когнітивної моделі – допомогти суб'єкту управління в генерації правильного управлінського рішення, візуалізувати і впорядкувати інформацію про компоненти моделі. Візуалізація дає змогу проілюструвати не тільки результати дій експерта, а й підказати йому способи аналізу і генерування варіантів рішень. Когнітивна модель пояснює, на який чинник або взаємозв'язок факторів необхідно впливати, з якою силою і в якому напрямку, щоб отримати бажану зміну цільових факторів, тобто щоб досягти мети управління з найменшими витратами.

Таким чином, когнітивний аналіз є потужним інструментом розробки стратегії розвитку системи. У зв'язку з цим, особливої актуальності набувають подальші дослідження застосування когнітивних безпечних моделей продовольчого забезпечення.

Список використаних джерел

1. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton. University Press. 1976. 404 p.
2. Roberts FS. Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems. Prentice–Hall, Englewood Cliffs. N.J., 1976.
3. Atkin R. and Casti JL. Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems. IIASA Research Report. IIASA, Laxenburg, Austria: RR–77–006. 1977.
4. Горелова Г.В., Радченко С.А. Программная система когнитивного моделирования социотехнических систем. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmная-sistema-kognitivnogo-modelirovaniya-sotsiotekhnicheskikh-sistem> (дата звернення: 25.02.2020).
5. Заїка В.І., Зігунов О.М., Кишенько В.Д. Когнітивне моделювання поведінки динамічних технологічних процесів сокоочистки цукрового виробництва. Автоматизація технологічних і бізнес–процесів. № 6. Вип. 4. 2014 С. 78–84.
6. Кизим М.О., Пилипенко А.А., Зінченко В.А. Збалансована система показників: Монографія. Харків: ВД «Інжек», 2007. 192 с.
7. Ткаченко О. Когнітивне моделювання складних систем. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2019, Том 2 №1 С. 11–19.
8. Шемаєва Л.Г. Методика організації проведення колективної багатоваріантної експертизи ринкових ситуацій в ході планування сценаріїв управління взаємодією підприємства з зовнішнім середовищем. Коммунальное хозяйство городов. 2005. №62. С. 270–278.
9. Ялдин І.В. Когнітивне моделювання у прогнозуванні сценаріїв стратегії стійкого розвитку інтегровано

ї структури бізнесу. Проблеми економіки. №4. 2011. С.142–150.

10. Checklan P. *Systems Thinking, Systems Practice*. New York: J. Wiley, 1981. 330 p.

11. Максимов В.И., Григорян А.К., Корноушенко Е.К. Программный комплекс «Ситуация» для моделирования и решения слабоформализованных проблем. Международная конференция по проблемам управления. Т. 2. Москва, ИПУ РАН, 29 июня–2 июля 1999 г. Москва, 1999. С. 58–65.

12. Кулинич А.А., Максимов В.И. Система концептуального моделирования социально–политических ситуаций ПК «КОМПАС». Сборник докладов: Современные технологии управления. Москва, ИПУ. 21–22 мая 1998 г.

13. Силев В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. Москва, ИНПРО–РЕС, 1995. 228 с.

14. Вергунова І.М. Системне моделювання в економіці. Блок 2. Київ: ФОП Корзун Д.Ю. 2013. 106 с.

15. Пашкова Г. Когнітивне моделювання регіонального розвитку у державному управлінні. Ефективність державного управління. 2016. Вип. 1/2 (46/47). Ч. 1. С. 218–228.

16. Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы. *Control Sciences*. № 3. 2010. С. 2–16.

17. Kosko B. *Fuzzy Cognitive Maps*. *International Journal of Man–Machine Studies*. 1986. Vol. 1. P. 65–75.

18. Dickerson J., Kosko B. *Virtual Worlds as Fuzzy Dynamic Systems*. *Technology for Multimedia*. New York, IEEE Press. 1998. P. 567–603.

19. Кулинич А.А. Система когнитивного моделирования «Канва». URL: <http://www.raai.org/about/persons/kulinich/pages/kanva2003.html> (дата звернення: 25.02.2020).

References

1. Axelrod R. (1976). *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton. University Press. 404 p.

2. Roberts FS. (1976). *Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems*. Prentice–Hall, Englewood Cliffs. N.J.

3. Atkin R. and Casti JL. (1977). *Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems*. IASA Research Report. IASA, Laxenburg, Austria: RR–77–006.

4. Gorelova G.V., Radchenko S.A. Программная система когнитивного моделирования социотехнических систем [Software system for cognitive modeling of socio–technical systems], available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnyaya-sistema-kognitivnogo-modelirovaniya-sotsiotekhnicheskikh-sistem>

ma–kognitivnogo–modelirovaniya–sotsiotekhnicheskikh–sistem (accessed 25 February 2020).

5. Zaika V.I., Zihunov O.M., Kysenko V.D. Kognityvne modelivannia povedinky dynamichnykh tekhnolohichnykh protsesiv sokoochystky tsukrovoho vyrobnytstva [Cognitive modeling of behavior dynamic technological processes sugar juice production]. *Avtomatyzatsiia tekhnolohichnykh i biznes–protsesiv*. № 6. Vyp. 4. 2014 S. 78–84.

6. Kyzym M.O., Pylypenko A.A., Zinchenko V.A. Zbalansovana systema pokaznykiv [Balanced ScoreCard]: Monohrafiia. Kharkiv: VD «Inzhek», 2007. 192 s.

7. Tkachenko O. Kognityvne modelivannia skladnykh system [Cognitive Modeling of Composite Systems]. *Tsyfrova platforma: informatsiini tekhnolohii v sotsiokulturnii sferi*. 2019, Tom 2 №1 S. 11–19.

8. Shemaieva L.H. Metodyka orhanizatsii provedennia kolektyvnoi bahatovariantnoi ekspertyzy rynkovykh situatsii v khodi planuvannia stsenariiv upravlinnia vzaiemo–diieiu pidpriemstva z zovnishnim seredovyshchem [The methodology of organizing collective multivariate examination of market situations in the course of planning scenarios for managing the interaction of the company with the external environment]. *Kommunalnoe khoziaistvo horodov*. 2005. №62. S. 270–278.

9. Yaldin I.V. Kognityvne modelivannia u prohnozuvanni stsenariiv stratehii stiikoho rozvytku intehrovano yi struktury biznesu [Cognitive modeling in the forecast of strategy scenarios of steady development of business integrated structure]. *Problemy ekonomiky*. №4. 2011. S.142–150.

10. Checklan P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. New York: J. Wiley. 330 p.

11. Maksimov V.I., Grigoryan A.K., Kornoushenko E.K. Programmnyy kompleks «Situatsiya» dlya modelirovaniya i resheniya slaboformalizovannykh problem [The software package "Situation" for modeling and solving poorly formalized problems]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po problemam upravleniya*. Т. 2. Moskva, IPU РАН, 29 iyunya 2 iyulya 1999 g. Moskva, 1999. S. 58–65.

12. Kulinich A.A., Maksimov V.I. Sistema kontseptual'nogo modelirovaniya sotsial'no–politicheskikh situatsiy PK «KOMPAS» [The system of conceptual modeling of socio–political situations of the PC "COMPASS"]. *Sbornik dokladov: Sovremennye tekhnologii upravleniya*. Moskva, IPU. 21–22 maya 1998 g.

13. Silov V.B. Prinyatie strategicheskikh resheniy v nechetkoy obstanovke [Making strategic decisions in a fuzzy environment]. Moskva, INPRO–RES, 1995. 228 с.

14. Verhunova I.M. Systemne modelivannia v ekonomitsi [System modeling in economics]. Blok 2. Kyiv: FOP Korzun D.Yu. 2013. 106 s.