

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

### THE ALGORITHM FOR CONSTRUCTING COGNITIVE MAPS OF FORMATION OF INNOVATION POTENTIAL OF THE POWER-GENERATING ENTERPRISES

*Стаття присвячена дослідженню алгоритму побудови нечіткої когнітивної моделі формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства. Виявлено стійкі класи концептів, які значно впливають на всю систему управління інноваціями на підприємстві. Сформовано множини альтернатив, що описують можливі стратегії управління інноваційними процесами енергогенеруючого підприємства.*

**Ключові слова:** інноваційний потенціал, когнітивна карта, нечітка логіка, енергогенеруюче підприємство, класи концептів.

*Статья посвящена исследованию алгоритма построения нечеткой когнитивной модели формирования инновационного потенциала энергогенерирующего предприятия. Выявлены стойкие классы концептов, которые значительно влияют на всю систему управления инновациями на предприятии. Сформированы*

*множества альтернатив, которые описывают возможные стратегии управления инновационными процессами энергогенерирующего предприятия.*

**Ключевые слова:** инновационный потенциал, когнитивная карта, нечеткая логика, энергогенерирующее предприятие, классы концептов.

*The article is about research of innovative potential forming at power generating enterprise by fuzzy cognitive model construction algorithm. A stable concept classes with considerably influence on all control system innovations at enterprise are revealed. A bunch of alternatives numbers which describe possible strategies of the innovative processes management at power generating enterprise is formed.*

**Key words:** innovative potential, cognitive map, fuzzy logic, power generating enterprise, concept classes.

УДК 330.341.1

**Віхляєва Н.В.**

асистент кафедри менеджменту та оподаткування  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**Постановка проблеми.** Інноваційна енергетика – вироблення тепла та електроенергії на енергетичних установках, що функціонують на основі ВДЕ (відновлюваних джерел енергії). Альтернативна енергетика, фотоелектрика – напівпровідникові перетворювачі сонячної енергії, біотехнології – енергоносії з відновлюваної сировини, а саме біопалива, нанотехнології – все це питання інноваційної енергетики, які економично і соціально затребувані. Сутність проблеми, яка склалася в останнє десятиліття, полягає в тому, що людство змушене шукати альтернативні джерела енергії, наприклад вуглеводні (нафта, газ, вугілля), що створювали і створюють основу існування суспільства. Ми заправляємо приблизно 600 млн. автомобілів, робимо полімери, добрива (на 80% складаються з газу), ліки, пестициди тощо. Все це хімічні похідні вихідних речовин, а саме природного газу, нафти, і ось зараз якоюсь мірою рослинної сировини. Вся система забезпечення енергетикою живих істот – сільське господарство, виробництво харчових продуктів – це один з розділів сучасної енергетики. На кожну калорію, яку ми споживаємо як їжу, ми витрачаємо близько 10–12 калорій вугілля, нафти і газу. Тому проблема пошуку альтернативних поновлюваних джерел енергії пронизує всі сфери сучасного суспільства.

У сучасних економічних умовах функціонування та подальший розвиток промислових підприємств безпосередньо залежать від їх інноваційної активності. Однак, як свідчать статистичні дані останніх років, промислові підприємства відчують серйозну кризу в інноваційній сфері. Важливим є вжиття активних заходів з її подолання і стимулювання інноваційної діяльності. У таких

умовах особливого значення набувають оцінка інноваційної спроможності енергогенеруючого підприємства та розробка шляхів її формування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фундаментальні дослідження, спрямовані на вивчення сутності інновацій та інноваційної діяльності, знайшли своє відображення в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема в працях Л. Абалкіна, А. Анчишкіна, Ю. Берлінера, Л. Бляхмана, С. Глазьева, А. Градова, А. Дагаєва, В. Долгова, П. Друкера, А. Клайнкнехта, Ю. Куренкова, А. Круглікова, А. Кулагіна, Б. Ланіна, В. Логінова, М. Османкіна, Н. Новицького, К. Опенлендера, А. Пригожина, В. Рудзицького, Б. Санто, А. Семенової, В. Сенчагова, Б. Татарських, Р. Фатхутдінова, Й. Шумпетера, Ю. Яковця. Останнім часом з'явилися роботи О. Ігольнікової та Б. Санжапова [8], Д. Лагерєва [13], у яких розглядається питання моделювання динаміки інноваційних процесів за допомогою нечітких когнітивних карт.

**Постановка завдання.** Незважаючи на суттєві напрацювання в означеній сфері та численні дослідження в галузі інновацій, необхідно відзначити недостатню розробленість методики оцінки та формування інноваційного потенціалу енергогенеруючих підприємств. Наявні в інформаційних джерелах підходи є рекомендаціями щодо вирішення окремих питань цієї проблеми, які потребують подальшого розвитку, поглиблення та систематизації. На основі викладеного можна сформулювати завдання дослідження, яке полягає в удосконаленні методологічного підходу до оцінки та формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства на підставі застосування методу нечітких когнітивних карт.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Розвиток підприємств на основі застосування інноваційних енергозберігаючих технологій не лише забезпечує тривалий економічний ефект, але й дає можливість підвищити рівень екологічної безпеки виробництва, що в сучасних умовах є не менш важливою проблемою економіки будь-якої країни.

Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР) за рахунок власного їх видобутку менше ніж на 50%.

Слід відзначити, що ефективність використання ПЕР в економіці України та соціальній сфері дуже низька, а видобуток власних ПЕР проводиться в таких умовах, які роблять їх не конкурентоздатними порівняно з імпортованими. Енергоємність валового внутрішнього продукту в Україні більш ніж вдвічі вища за енергоємність промислово розвинутих країн і продовжує зростати.

Для енергозбереження характерна висока економічна ефективність. Витрати на тону умовного палива, отриманого за рахунок енергозбереження, в декілька разів менші за витрати на його видобуток чи купівлю. Тому для України підвищення енергоефективності та енергозбереження стає стратегічною лінією розвитку економіки та соціальної сфери на найближчу та подальшу перспективу.

Одними з основних проблем підприємств є висока вартість енергетичних ресурсів, низька ефективність їх використання та низький рівень екологічної безпеки. Тому саме інноваційні технології в енергозбереженні можуть змінити цю ситуацію. Однак вони повинні відповідати таким вимогам [2, с. 303]: енергетичні установки мають споживати альтернативні види палива; енергетична ефективність установок має бути високою та відповідати світовим стандартам; установки мають бути екологічно безпечними.

Сьогодні одними з основних напрямів інноваційних досліджень є пошук та ефективне використання альтернативних видів палива.

1) Енергія водню. Єврокомісія вважає, що широкомасштабне виробництво водню розпочнеться у 2030 р. і буде стимулюватися зниженням вартості водневих технологій та зростанням споживання водню у транспортному секторі, а до 2050 р. водень буде забезпечувати 13% кінцевого споживання енергії.

2) Тверді побутові відходи. Сміття можна утилізувати та переробити, і високотехнічні країни вже давно на цьому заробляють, а приватні структури будують непоганий бізнес. У США та Євросоюзі позбуваються шляхом вторинної переробки 95–97% відходів. Лише 2% йдуть на утилізацію, а саме надходять на екологічно безпечні полігони з поховання відходів або сміттєспалювальні заводи. На Заході давно зрозуміли, що правильна утилізація сміття може приносити чималу користь: зберігати первинні ресурсні джерела, заощаджу-

вати енергію за рахунок переробки вторинної сировини та поліпшувати стан довкілля.

3) Промислові відходи. Актуальним завданням у сфері очищення стічних вод від масло- та нафтопродуктів є пошук дешевого сорбенту та можливість його утилізації після використання. Особливої уваги тут заслуговують дослідження щодо застосування рослинних матеріалів, які є вторинною сировиною, вивчення їх властивостей як сорбентів.

4) Біопаливо. Біодизельне паливо, яке виробляється на основі рослинних олій, зокрема сої, ріпаку, має перевагу перед нафтовим паливом, оскільки виробляється з постійно відновлюваних ресурсів.

5) Сонячна та вітрова енергетика. Відповідно до даних Національного агентства з питань ефективного використання енергоресурсів потенційна потужність сонячної енергетики в Україні складає 6,57 млн. т умовного палива, а вітрової – 16,37 млн. т умовного палива; установки з виробництва синтез-газу. Перспективним напрямом збільшення частки альтернативних видів палива є виробництво синтетичного газу з бурого вугілля, торфу, тирси та іншої вуглецевмісної сировини; когенераційні установки. Енергетична стратегія до 2030 р. передбачає головним напрямом збільшення використання позабалансових джерел енергії шахтний метан, ресурси якого в Україні є значними. Одним зі шляхів утилізації шахтного метану та інших нетрадиційних видів палива є когенераційні установки. Принцип когенерації полягає у подвійному використанні енергії згоряння, а саме як джерела електричної та теплової енергії.

Собівартість і конкурентоспроможність продукції будь-якого підприємства перш за все залежать від ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Показник енергоємності валового внутрішнього продукту в Україні у кілька разів вищий, ніж у промислово розвинених країнах. Тобто існує реальна можливість скорочення енерговитрат і зменшення споживання первинних енергетичних ресурсів. У зв'язку з цим енергозбереження має стратегічне значення, оскільки сприяє зниженню собівартості продукції, підвищенню рівня економічної ефективності у довгостроковій перспективі та покращенню екологічного стану навколишнього середовища.

В рамках поставленого завдання особливе значення має проблема формування інноваційного потенціалу енергогенеруючих підприємств та визначення його структурних складових, вплив на які дасть змогу підприємству ефективно досягати поставлених цілей інноваційного розвитку. Наявність різних методик оцінки інноваційного потенціалу підприємств, що ґрунтуються на найпростіших математичних методах, не дає змогу враховувати невизначеності під час оцінювання. Отже, слід вважати необхідним подальше поглиблення теоретично-методичних питань оцінки та формування інноваційного потенціалу підприємств.

За останні роки з'явилася низка вітчизняних і зарубіжних публікацій, присвячених правовим, методологічним і методичним аспектам інноваційного розвитку. Водночас у них розглядаються лише окремі сторони моніторингу інноваційного потенціалу промислового підприємства. Наприклад, у роботі [1] проводиться дослідження тільки ресурсних показників інноваційного розвитку. Автор джерела [1, с. 16] вважає, що «найбільше значення під час оцінювання ефективності інноваційного розвитку має ресурсний потенціал». Але, на наш погляд, сама наявність ресурсів за недостатнього інформаційного забезпечення та неефективного менеджменту не принесе бажаного результату. Не заслуговує підтримки й надмірна акцентуація ролі інформаційної складової інноваційної діяльності, яка декларується в деяких роботах [2; 3; 4].

Не применшуючи значення інформаційного забезпечення, все ж відзначимо, що й ресурсні можливості підприємства відіграють далеко не останню роль.

В результаті під інноваційним потенціалом у контексті цього дослідження розуміємо сукупність його окремих умовно-автономних складових, таких як виробнича, фінансова, кадрова, маркетингова, інформаційна, наукова та організаційно-управлінська [5; 6]. Ця сукупність характеризує можливість господарюючого суб'єкта повною мірою забезпечувати усі стадії конкретного інноваційного процесу.

Як відомо, енергогенеруючі підприємства як суб'єкти управління є складними, динамічними, виробничими, соціально-економічними, технічними та організаційними багатоелементними утвореннями, які відкриті для впливу зовнішнього середовища. Тому основна складність, яка виникає під час побудови моделей функціонування таких складних об'єктів, пов'язана з тим, що аналітичний опис або статистичне спостереження залежностей між вхідними і вихідними параметрами ускладнено, а найчастіше неможливо. Рішенням при цьому може бути застосування суб'єктивних моделей, заснованих на експертній інформації, яка оброблюється із залученням логіки та інтуїції.

Для підтримки процесу прийняття управлінських рішень необхідне застосування моделей, в яких враховуються когнітивні можливості людини (сприйняття, уявлення, розуміння, пояснення) під час вирішення управлінських завдань. Найбільший інтерес серед них представляють нечіткі когнітивні моделі, в основі яких лежить поняття нечіткої когнітивної карти [7; 8; 9].

Нами запропонована методика застосування нечітких когнітивних карт для розв'язання завдання оцінки інноваційного потенціалу енергогенеруючих підприємств та динамічного моделювання альтернатив зміни як потенціалу, так і його складових.

Метод нечітких когнітивних карт належить до експертних методів. Експертні методи використовуються переважно тоді, коли статистична інфор-

мація на підприємстві має місце, але під час її використання для потреб моніторингу інноваційної діяльності можуть виникати труднощі, які, на наш погляд, можна поділити на декілька груп:

- вихідна статистична інформація не завжди може бути надійною базою для прийняття відповідних прогнозних рішень;

- частина інформації, яку залучають до оцінки інноваційного потенціалу, має якісний характер і не підлягає кількісному вимірюванню;

- на момент прийняття рішення необхідна статистична інформація може бути відсутня, а її отримання потребує часу та витрат;

- ймовірнісний характер стану інноваційної діяльності;

- багатофакторність моделі, що є предметом дослідження.

Нечітка когнітивна модель заснована на формалізації причинно-наслідкових зв'язків між факторами (концептами), що характеризують досліджувану систему. Результатом формалізації є подання системи у вигляді причинно-наслідкової мережі, що називається нечіткою когнітивною картою (НKK).

Для отримання прогнозу розвитку ситуації під час реалізації різних альтернатив використовується математичний апарат імпульсних процесів, який дає змогу прогнозувати значення концептів у дискретні моменти часу.

Модель імпульсного процесу для знакових когнітивних карт була запропонована у джерелі [8]. Для НKK пропонується така її модифікація:

$$v_i(t+1) = S(v_i(t), q_i(t+1) + o_i(t+1) + \sum_{j=1}^k T(w_{ij} \cdot p_j(t)), \quad (1)$$

де  $v_i(t)$  – значення концепту  $e_i$  в момент часу  $t$ ;

$v_i(t+1)$  – значення концепту  $e_i$  в момент часу  $(t+1)$ ;

$q_i(t+1)$  – зовнішній вплив на  $e_i$  в момент часу  $(t+1)$ ;

$o_i(t+1)$  – керуючий вплив на  $e_i$  в момент  $(t+1)$ ;

$w_{ij} = w(e_i, e_j)$  – інтенсивність впливу між концептами  $e_i$  і  $e_j$ ;

$p_j(t)$  – зміна значення  $e_j$  в момент часу  $t$ ;

$T$  – операція T-норми (використовується добуток);

$S$  – операція S-норми (використовується S-норма Лукасевича).

У моделі (1) параметр  $t$  відображає перебіг імпульсного процесу в НKK (такти моделювання) і досить слабо співвідноситься з реальним часом в системі, що моделюється. Крім того, в моделі нехтуються тимчасові затримки під час передачі впливу між концептами, а також вважається, що кожний вплив відбувається за одиничний час. Для отримання нового стійкого стану модельованої системи доцільно виконувати динамічне моделювання до значення  $t = 1,5N$ , де  $N$  – кількість концептів у когнітивній карті. Оскільки  $N$  – це максимальна довжина шляху в НKK, то при  $t = 1,5N$  керуючі та зовнішні впливи поширюються по всій карті.

Динамічне моделювання виконується для кожної альтернативи  $y_i \in Y$ , і його результатом є набір кінцевих значень концептів  $V_R$ .

В нашому дослідженні метод когнітивних карт апробований в умовах функціонування електростанцій «ДТЕК Східенерго», що є провідним підприємством України.

Для оцінювання можливих шляхів підвищення рівня інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства здійснено аналіз роботи підприємства, який проводили спільно з аналітичним відділом підприємства, а з урахуванням робіт [10; 11] для структурного аналізу процесу розробки моделі формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства ми вибрали метод нечітких когнітивних карт, адже аналітичний опис та статистичне спостереження залежностей між вхідними і вихідними параметрами ускладнено.

Загалом побудову нечіткої когнітивної карти формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства можна представити у вигляді такої послідовності кроків [11], що визначають список концептів, значущих для даної предметної області; відносини причинності (впливу) між кожною парою концептів; знак впливу (позитивний чи негативний) між кожною парою концептів, пов'язаних ставленням причинності; силу впливу між кожною парою концептів, пов'язаних ставленням причинності; початковий стан концептів; зовнішні впливи на концепти.

Зазвичай безліч базисних факторів, причинно-наслідкові відносини між ними і відповідні змінні визначаються за результатами інтерв'ювання, експертного опитування або аналізу текстів, що мають відношення до досліджуваної ситуації (інформаційно-аналітичної бази). Основу інформаційно-аналітичної бази цього дослідження склали публікації провідних вітчизняних та зарубіжних агентств і фахівців в галузі економіки.

На першому етапі дослідження створено експертну комісію. Під час її формування ми керувалися таким. Оскільки моніторинг інноваційного потенціалу охоплює інформацію про діяльність більшості підрозділів і служб підприємства, до складу експертної комісії повинні входити представники вищої та середньої управлінської ланок підприємства, керівники підрозділів, задіяних у проведенні інноваційної діяльності. Щодо кількісного складу експертної групи, то ми схильні довіряти математично обґрунтованим ознакам. З теорії прогнозування відомо, що здебільшого оптимальна кількість експертної групи становить 17 осіб, а мінімально достатня кількість експертної групи  $N_{\min}^{експ}$  визначається за формулою [12]:

$$N_{\min}^{експ} = \frac{Z_{над}^e}{\sigma_{\max}^e}, \quad (2)$$

де  $Z_{над}^e$  – величина, яка визначає ступінь надійності та достовірності експертної оцінки;

$\sigma_{\max}^e$  – максимально дозволена відносна похибка, яка визначається в частках середньоквадратичного відхилення. Мінімальна кількість експертів повинна складати не менше 4 осіб. Таким чином, необхідна оптимальна кількість експертів перебуває в діапазоні від 4 до 17 осіб.

Нечітка когнітивна карта, що описує інноваційний потенціал енергогенеруючого підприємства, будувалася нами на підставі опитування експертів в галузі управління інноваціями (10 експертів). Спочатку кожному експерту пропонувалося виявити низку факторів, що впливають на інноваційну діяльність підприємства. Отримана інформація була оброблена щодо усунення двозначностей та повторів, а також узгодження термінології, що використовуються експертами. Окрім результатів опитування, ми залучали для дослідження фінансову та статистичну звітність досліджуваного підприємства, зокрема форму № 1 (Баланс) та форму № 2 (Звіт про фінансові результати), а також результати статистичного обстеження інноваційної діяльності підприємства (форма № 1 – інновація). Ми також врахували матеріали досліджень Д. Лагерєва [13], О. Ігольнікової та Б. Санжапова [8], О. Ларичевої [14].

На підставі аналізу ситуації відібрано 7 факторів (концептів), найбільш значимих у процесі розроблення авторської розрахункової моделі впливу складових інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства. При цьому виділено внутрішні та зовнішні фактори, що характеризують різні сторони досліджуваної предметної галузі (табл. 1).

Для опису факторів використані поняття нечіткої і лінгвістичної змінних. Важливим моментом є те, що всі чинники і, відповідно, їх зміни мають кількісне вираження. Це кількісне вираження може або бути об'єктивно вимірюваним, або мати лінгвістичне значення, що має числову інтерпретацію.

Розглянемо лінгвістичні змінні.

Оцінка виробничої складової інноваційного потенціалу ( $X_1$ ) включає оцінку рівня розвитку основної технології виробництва; якості організації основних технологічних процесів; відповідності обслуговуючих та допоміжних виробництв потребам технології; рівня організації праці виробничих робітників.

Оцінка фінансової складової ( $X_2$ ) включає оцінку забезпеченості фінансовими ресурсами за джерелами фінансування та оцінку ефективності їх інвестування в інноваційну діяльність підприємства.

Система показників щодо оцінки кадрової складової інноваційного потенціалу ( $X_3$ ) включає оцінку структури та якості трудових ресурсів підприємства; результативності та ефективності використання трудових ресурсів; рівня стимуляції і мотивації персоналу. Як правило, вимоги до кваліфікації тим вище, чим вище технологічний рівень виробництва, адже на більш складному виробництві для ефективної роботи потрібний більш кваліфікований та освічений персонал.

**Ключові показники, що впливають на розробку розрахункової моделі формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства**

№	Складові інноваційного потенціалу	Найбільш значущі показники відповідної складової інноваційного потенціалу	Оцінка показника
1	Виробнича ( $X_1$ )	Наявність прогресивних технологічних процесів.	$K_{\text{оновл}} = \text{ВОЗ}_{\text{введ}} / \text{ВОЗ}_{\text{перв}}$ , де $\text{ВОЗ}_{\text{перв}}$ – початкова вартість основних засобів, грн./; $\text{ВОЗ}_{\text{введ}}$ – вартість введених основних засобів.
2	Фінансова ( $X_2$ )	Фінансові показники ефективності реалізації інноваційних проектів.	Комплексний показник, що включає NPV, IRR, РВР.
3	Кадрова ( $X_3$ )	Питома вага робітників, зайнятих дослідженнями і розробками у загальній кількості працівників.	$U_{\text{досл}} = \frac{C_{\text{досл}}}{C_{\text{заг}}}$ , де $C_{\text{досл}}$ – кількість робітників, зайнятих дослідженнями і розробленнями, $C_{\text{заг}}$ – загальна кількість робітників.
4	Маркетингова (ринкова) ( $X_4$ )	Конкурентоспроможність науково-дослідних розробок.	Оцінюється експертами в балах від 1 (min) до 10 (max).
5	Інформаційна ( $X_5$ )	Рівень забезпеченості сучасними інформаційними системами.	Оцінюється експертами в балах від 1 (min) до 10 (max).
6	Наукова ( $X_6$ )	Питома вага науково-дослідних робіт у загальному обсязі робіт підприємства.	$U_{\text{i.n.}} = \frac{V_{\text{i.n.}}}{V_{\text{заг}}}$ , де $V_{\text{i.n.}}$ – вартість науково-дослідних робіт, грн.; $V_{\text{заг}}$ – вартість всіх робіт підприємства, грн.
7	Організаційно-управлінська ( $X_7$ )	Характеристика організаційної структури з точки зору сприяння науково-дослідним роботам на підприємстві.	Оцінюється експертами в балах від 1 (min) до 10 (max).

Джерело: складено автором

Система показників щодо оцінки маркетингової складової інноваційного потенціалу ( $X_4$ ) включає оцінку конкурентоспроможності підприємства та його продукції, оцінку рівня монополізації ринку. Конкурентоспроможність підприємства переважно визначається конкурентоспроможністю запропонованих ним товарів.

Система показників щодо оцінки інформаційної складової інноваційного потенціалу ( $X_5$ ) включає оцінку рівня забезпеченості сучасними інформаційними системами управління підприємством.

Система оцінки наукової складової ( $X_6$ ) включає оцінку наявності та рівня якості науково-дослідницьких проектів, що знаходяться на стадії розроблення, наявності та рівня якості завершених науково-дослідних проектів.

Система оцінки організаційно-управлінської складової ( $X_7$ ) включає як оцінку експертами організаційної структури управління підприємством загалом, так і оцінку управління (менеджменту) науково-дослідними проектами. Організаційна структура задає взаємозв'язок між підрозділами підприємства. Цей концепт визначає неможливість ефективної розробки та випуску нової продукції без зміни типу організаційної структури підприємства на більш прийнятний. Для встановлення причинно-наслідкових відносин визначено шкалу для оцінки характеру (позитивний чи негативний) і сили зв'язку між базисними чинниками. Значення відповідних змінних задаються лінгвістичною шкалою [8], кожному з них ставиться у відповідність число в інтервалі від мінус до плюс одиниці (табл. 2).

Таблиця 2

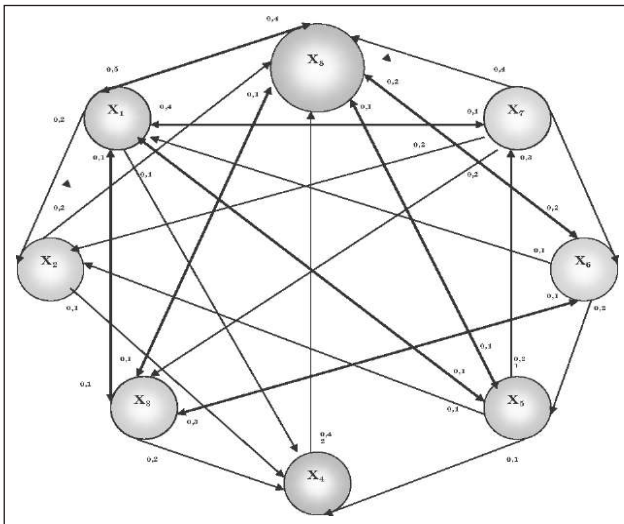
**Оцінка зв'язку між базисними концептами**

Лінгвістичний опис	Числове значення
Не впливає	0
Дуже слабо посилює (послаблює)	0,1; 0,2 (-0,1; -0,2)
Слабо посилює (послаблює)	0,3; 0,4 (-0,3; -0,4)
Помірно посилює (послаблює)	0,5; 0,6 (-0,5; -0,6)
Сильно посилює (послаблює)	0,7; 0,8 (-0,7; -0,8)
Дуже сильно посилює (послаблює)	0,9; 1,0 (-0,9; -1,0)

Джерело: [8]

Після структуризації інформації ми побудували когнітивну карту моделі щодо оцінки та формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства (рис. 1).

Когнітивна карта є зваженим орієнтованим графом  $G = (X, A)$ , в якому  $X$  – множина вершин (базисних факторів),  $A$  – множина дуг, що відображають безпосередній вплив факторів на інноваційний потенціал підприємства, а також один на одного. Кожна дуга, що зв'яже фактор  $x_i$  з фактором  $x_j$ , має вагу  $a_{ij}$ , яка відображає характер та силу впливу фактору  $x_i$  на фактор  $x_j$ . Якщо  $a_{ij}$  – позитивна величина, то під час змінювання значення  $x_i$ , значення  $x_j$  змінюється у тому ж напрямі, якщо  $a_{ij}$  – від'ємна, то під час змінювання значення  $x_i$ , значення  $x_j$  змінюється у протилежному напрямі. Модуль величини  $a_{ij}$  характеризує силу впливу.



**Рис. 1. Нечітка когнітивна карта розробки моделі оцінки та формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства**

*Джерело: складено автором*

У побудованій нечіткій когнітивній карті представлені найбільш важливі, безпосередні зв'язки між концептами (тобто зв'язки, які існують в уявленні експертів у «явному» вигляді). Водночас для повного аналізу причинно-наслідкової структури інноваційного потенціалу необхідна також інформація про неявні (опосередковані) взаємовпливи концептів.

На рис. 1 дугами подвійної товщини позначені дуги, які означають прямий та зворотній вплив факторів один на одного. Цифрами біля кожного концепту (фактору) позначені впливи кожного даного концепту на інші.

З графом  $G$  асоціюється матриця суміжності  $A_g$  (табл. 3). Елемент  $a_{ij}$  матриці  $A_g$ , що стоїть на перетині  $i$ -го рядка та  $j$ -го стовпчика, характеризує вплив фактору  $x_i$  на фактор  $x_j$ .

На цьому ж етапі із множини базисних факторів ситуації задаються підмножини цільових і керуючих факторів, а також вектор початкових тенденцій базисних факторів. Як керуючі фактори

вибираються фактори, що належать до об'єкта управління або до зовнішнього середовища, на які суб'єкт управління має можливість впливати. Як цільові фактори вибираються чинники, що найбільшою мірою характеризують стан об'єкта управління та його цілі.

**Висновки з проведеного дослідження.** З наведеного вище можна зробити такі висновки.

1) Застосування когнітивних технологій для вирішення проблем, пов'язаних з оцінкою впливу ресурсних складових на інноваційний потенціал енергогенеруючого підприємства, є перспективним, оскільки розробка когнітивних карт і подальше моделювання на їх основі різних сценаріїв зміни ситуації дають змогу не тільки прогнозувати можливість виникнення деякої проблеми з появою нового об'єкта вишукувань (наприклад, ускладнення рівня технології, погіршення матеріального забезпечення), але й промодельовати ймовірність її розвитку, щоб вжити заходів (технічних, кадрових тощо) для ефективного функціонування енергогенеруючого підприємства.

2) На підставі змістовного аналізу предметної галузі, опитування експертів та літературних джерел побудовано нечітку когнітивну модель формування інноваційного потенціалу енергогенеруючого підприємства. В результаті аналізу виявлені стійкі класи концептів, які значно впливають на всю систему управління інноваціями загалом, а також сформовано множини альтернатив, що описують можливі стратегії управління інноваційними процесами. Виконано динамічне моделювання для вибраних альтернатив, а за його результатами відібрано альтернативи, найбільш цікаві для подальшого розгляду.

3) Структуризація знань про процес розроблення розрахункової моделі сприяє докорінному поліпшенню найважливіших показників діяльності енергогенеруючого підприємства, зокрема зниженню витрат, поліпшенню якості продукції, підвищенню швидкості виконання замовлень.

Таблиця 3

**Матриця суміжності орграфа**

	X <sub>1</sub> (BC)	X <sub>2</sub> (Ф)	X <sub>3</sub> (Вд)	X <sub>4</sub> (MC)	X <sub>5</sub> (ГC)	X <sub>6</sub> (H)	X <sub>7</sub> (OУП)	X <sub>8</sub> (IP)
X <sub>1</sub> (BC)	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0	0,4	0,5
X <sub>2</sub> (ФC)	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2
X <sub>3</sub> (KC)	0,1	0	0	0,2	0	0,3	0	0,1
X <sub>4</sub> (MC)	0	0	0	0	0	0	0	0,4
X <sub>5</sub> (IC)	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0,2	0,1
X <sub>6</sub> (HC)	0,1	0	0,1	0	0,2	0	0	0,3
X <sub>7</sub> (OУП)	0,1	0,2	0,2	0	0	0,3	0	0,4
X <sub>8</sub> (IP)	0,4	0	0,1	0	0,1	0,2	0	0

*Джерело: складено автором*

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Антохина Ю. Мониторинг реализации инновационной стратегии вуза: автореф. дисс. ... канд. экон. наук; ГУАП. Санкт-Петербург, 2006. – 27 с.
2. Армстронг Г., Котлер Ф. Маркетинг. Общий курс: учеб. пособ. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2001. 608 с.
3. Булей Н. Повышение эффективности управления машиностроительным предприятием на основе создания информационной системы мониторинга производственного процесса : автореф. дисс. ... канд. экон. наук; ОГТУ. Орел, 2007. 24 с.
4. Гончаров С. Конспект лекцій по маркетингу. Рівне: НУВГП, 2002. 103 с.
5. Быков В., Круглов М. Измеримая инновационная организация. Промышленная политика в Российской Федерации. 2008. № 10. С. 41–46.
6. Павлова В., Татарінов В., Жукова А. Інноваційний розвиток підприємства: організація, оцінка потенціалу, ефективність: монографія. Дніпропетровськ: Дніпропетровський університет імені Альфреда Нобеля, 2013. 203 с.
7. Павлова В., Жукова А., Мясин В. Оценка инновационного потенциала машиностроительного предприятия методом нечётких множеств. Бюлетень міжнародного Нобелівського економічного форуму. 2013. № 1 (6). С. 243–252.
8. Игольникова О., Санжапов Б. Разработка когнитивной модели формирования инновационного потенциала предприятия и алгоритма его нечетко-множественной оценки. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013>.
9. Авдеева З., Коврига С., Макаренко Д. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями). Управление большими системами. 2007. Вып. 16. С. 26–39.
10. Structure of Decision. The Cognitive Maps of Political Elites / ed. by R. Axelrod. Princeton: Princeton University Press, 1976. 405 p.
11. Konar A. Artificial intelligence and soft computing: behavior a land cognitive modeling of the human brain. cRcPress LLC, 2000. 788 p.
12. Перерва П., Гладенко І. Моніторинг інноваційної діяльності: інтерпретація результатів. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2010. № 2. С. 108–115.
13. Лагерев Д. Автоматизация разработки управленческих решений в социально-экономических системах на основе применения нечетких когнитивных моделей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Брянск, 2007. 20 с.
14. Ларичева Е. Формирование стратегии инновационного развития промышленного предприятия: автореферат дисс. ... канд. экон. наук. Брянск, 2006. 24 с.
2. Armstronh H. (2001) Marketynh. Obschchi kurs [Marketing. General]. Moscow: Yzdatelskiy dom "Viliams" (in Russian).
3. Bulei N. (2007) Povishenye efektyvnosti upravleniya mashynostroytelnim predpriyatym na osnove sozdaniya ynformatsyonnoi systemi monytorynha proyzvodstvennoho protsessa [Increase of efficiency of management of machine-building enterprise on the basis of creation of information system of monitoring of the production process] (PhD Thesis), Orel: OHTU.
4. Honcharov S. (2002) Konspekt lektzii po marketynhu [Lecture Notes on marketing]. Rivne: NUVHP (in Ukrainian).
5. Bikov V., Kruhlov M. (2008) Yzmerymaia ynno-vatsyonnaia orhanyzatsiia [Measurable and innovative organization]. Promishlennaia polytyka v Rossyiskoi Federatsyy, no 10, pp. 41–46.
6. Pavlova V. (2013) Innovatsiinyi rozvytok pidpri-emstva: orhanizatsiia, otsinka potentsialu, efektyvnist [Rozvytok Novacii pdprimstvo: of, once potential, efek-tivnosti]. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovskiy universytet imeni Alfreda Nobelia (in Ukrainian).
7. Pavlova V. (2013) Otsenka ynno-vatsyonnoho potentsyala mashynostroytelnoho predpriyatya meto-dom nechetkykh mnozhestv [Estimation of innovative potential of machine-building enterprises with the method of fuzzy set], Biuleten mizhnarodnoho Nobeliv-skoho ekonomichnoho forumu, no 1 (6), pp. 243–252.
8. Yholnykova O., Sanzhapov B. (2013) Razrabotka kohnytyvnoi modelyformyrovaniya ynno-vatsyonnoho potentsyala predpriyatya y alhorytma eho nechetko-mnozhestvennoi otsenky [Development of cognitive modulefilename innovative potential of the enterprise and algorithm of fuzzy evaluation]. Available at: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013> (accessed 14 December 2017).
9. Avdeeva Z. (2007) Kohnytyvnoe modelyrovanye dlia resheniya zadach upravleniya slabostrukturnyrovannymy systemamy (sytuatsiyamy) [Cognitive modeling for solving problems of weak structural control systems (situations)], Upravlenye bolshymy systemamy, vol. 16, pp. 26–39.
10. Axelrod R. (1976) Structure of Decision. The Cognitive Maps of Political, Princeton: Princeton University Press.
11. Konar A. (2000) Artificial intelligence and soft computing: behavior a land cognitive modeling of the humanbrain, cRcPress LLC.
12. Pererva P., Hladenko I. (2010) Montorynh innovacii diialnosti: interpretatsiia rezultativ [Montoring innovacio diialnosti: interpretacija rezultatu], Marketynh i menedzhment innovatsii, no 2, pp. 108–115.
13. Laherev D. (2007) Avtomatyzatsiia razrabotky upravlencheskykh resheniy v sotsyalno-ekonomycheskykh systemakh na osnove prymereniy nechetkykh kohnytyvnykh modelei [automation of development of managerial decisions in the socioeconomic systems based on the use of fuzzy cognitive models] (PhD Thesis), Briansk.
14. Larycheva E. (2006) Formyrovanye stratehy y ynno-vatsyonnoho razvytyia promyshlennogo predpriyatya [Formation of strategy of innovative development of industrial enterprises] (PhD Thesis, Briansk).

## REFERENCES:

1. Antokhyna Yu. (2006) Monytorynh realizatsyy ynno-vatsyonnoi stratehy vuza [Monitoring the implementation of the innovation strategy of the University] (PhD Thesis), SPb.: HUAP.

**Vikhliaeva N.V.**Assistant Professor of Management and Taxation  
National Technical University  
“Kharkov Polytechnic Institute”**THE ALGORITHM FOR CONSTRUCTING COGNITIVE MAPS OF FORMATION  
OF INNOVATION POTENTIAL OF THE POWER-GENERATING ENTERPRISES**

In the current economic conditions, the functioning and further development of industrial enterprises are directly dependent on their innovation activity. However, as evidenced by the statistics of recent years, industrial enterprises face a major crisis in the innovation sphere. Important is the adoption of active measures on its overcoming and stimulating innovation. In these conditions of special importance are the evaluations of the innovative ability of power generating enterprises, and development of ways of its formation.

Despite significant achievements in this field and many research scientists in the field of innovation, it is necessary to note the underdevelopment of methods for the assessment and formation of innovation potential of power generating plants. Existing information sources approaches represent guidelines for dealing with individual issues, the issues that require further development, deepening and systematization. Based on the above, we can formulate the objectives of the study, which is to improve the methodological approach for the evaluation and formation of innovation potential of power generating enterprises based on the use of fuzzy cognitive maps.

Application of cognitive technologies to address problems associated with the assessment of the impact on the resource components of innovative potential of the power-generating enterprises seems to be promising, since the development of cognitive maps and then model them on the basis of different scenarios of changing the situation allow not only to predict the possibility of some problems with the appearance of a new object of research (e.g., complications level of technology, the deterioration of financial security and the like), but also to simulate the likelihood of its development to adopt a set of measures (technical, personnel, etc.) for efficient operation of power generating enterprises.

On the basis of comprehensive analysis of the subject area, a survey of experts and literature of the constructed fuzzy cognitive model of formation of innovation potential of energy company. The analysis identified stands classes of concepts, which greatly affect the whole system of innovation management in General, and formed a set of alternatives describing possible strategies of management of innovation processes. Performed dynamic simulation for selected alternatives and its results of selected alternatives that are most interesting for further consideration.

Structuring of knowledge about the process of developing a computational model contributes to the radical improvement of the major indicators of the activity of power generating enterprises: reduce costs, improve product quality, increase speed of execution of orders and the like.