

УДК 338.001.36

Григорук П. М.
Федорова Т. Ю.

Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Основний науковий результат полягає в класифікації даних моделей і проведенні порівняльного аналізу, що дозволить підвищити ефективність дослідження сталого розвитку по найбільш оптимальній моделі, відповідно до поставлених цілей. Розроблено методичні та науково-практичні рекомендації з вибору оптимальної моделі для аналізу сталого розвитку, проведений аналіз за основними типами моделей, підкреслені слабкі і сильні сторони кожної з них, на основі дослідження зроблений висновок щодо їх впровадження. Проведені дослідження є тим теоретичним підґрунтям, що допоможе якісно та ефективно зробити аналіз сталого розвитку господарства, оскільки із існуючих моделей в результаті досліджень була виявлена найкраща модель для даного аналізу.

Ключові слова: сталий розвиток, математична модель сталого розвитку, економічний розвиток, екологічний розвиток, соціальний розвиток, концепція сталого розвитку.

Постановка проблеми. Нестабільність сучасного світу передбачає розробку алгоритмів і механізмів реалізації сценарію виходу на бажані траєкторії розвитку, обумовлюючи необхідність відвертості, ризиків, відповідальності при виборі стратегічно пріоритетних напрямів розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенням моделей сталого розвитку займалися багато вчених, одним із перших були Дж. Форестер, Д. Мендоуз, В.І. Тагасов, потім удосконаленням моделей та створенням нових займалися багато учених. Г. Хакемом Дж. Николісом вивчена проблема освіти і дисипації інформації, яка виникає в процесі розвитку складних систем. Р. Шустером, Р. Заславським, Р. Сагдєєвим і ін. узагальнені методи опису слабкого хаосу і квазірегулярних структур в складних системах. Відомі книги по синергетиці і теорії катастроф Р. Хакена, Ф. Муна, Ст. Арнольда, Р. Гілмора.

Формування мети. Метою даної статті є дослідження переваг та недоліків існуючих моделей сталого розвитку та визначення найкращої для аналізу стану сільського господарства. Для цього потрібно проаналізувати існуючі моделі, визначити плюси і мінуси кожної з них і на основі цих досліджень зробити висновки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз досвіду моделювання динамічних керованих систем і процесів розвитку дозволяє виділити наступні три основні напрями моделювання, які можна використовувати при дослідженні проблем сталого розвитку регіонального АПК.

Моделі математичної економіки. Цей напрям включає класичні підходи, пов'язані зі збалансованим зростанням економіки і магістральними теоремами про оптимальні траєкторії зростання. Розвитком цих підходів в даний час є істотно нелінійні динамічні моделі, що дозволяють розкрити причини нестійкості, досліджувати питання виникнення хаосу і усунення причин нестійкості. Лише вони дозволяють здійснювати пошук раціональних шляхів розвитку системи поблизу точок біфуркації. Проте такий підхід обмежений рамками систем малої розмірності з відносно невеликим числом фазових координат.

Графові моделі. Моделювання з використанням графової техніки дозволяє досліджувати системи практично довільної розмірності зі всілякими зв'язками між об'єктами. Труднощі на шляху вживання цих моделей пов'язані з кількісним визначенням залежностей між основними показниками і з описом динаміки розвитку системи. Даний підхід

на відміну від першого прекрасно описує структуру системи, дозволяє виявити причини структурної нестійкості шляхом дослідження певним чином орієнтованих замкнутих циклів на графі. Проте внесення динамічного аспекту до опису системи сильно ускладнює дослідження графа.

Синтетичні економетрично-графові моделі. Економетричні моделі – це історично перший клас економічних моделей. Вони дозволяють, використовуючи прекрасно розвинений апарат математичної статистики, виявити вигляд залежностей між різними об'єктами і показниками. Їх природно застосувати для кількісного опису стосунків, що відображують на ребрах графа. Якщо додатково ввести в модель балансові залежності і інші традиційні елементи математичної економіки, то можна отримати певний синтетичний клас моделей, що поєднують переваги економетричних, графових і динамічних моделей математичної економіки, і, на нашу думку, досить придатних для вирішення завдань сталого розвитку регіонального АПК [4].

У червні 1970 р. на засіданні в Берне Римський клуб запропонував професорові МТІ, керівникові групи системної динаміки Дж. Форрестеру розробити модель глобального розвитку. Вже через 4 тижні той представив примітивну модель, що грубо імітує основні процеси світової системи. Ця модель отримала назву «Світ-1». Подальше доопрацювання привело до появи так званої моделі «Світ-2». Саме її ми і розглянемо детальніше. Опис самої моделі, аналіз отриманих результатів і виводи були опубліковані в книзі «Світова динаміка» [3], що побачила світло у 1971 р. Коротко викладемо саму модель.

Модель Форрестера побудована на підставі принципів системної динаміки – методу вивчення складних систем з нелійними зворотними зв'язками.

Метод системної динаміки передбачає, що для основних фазових змінних (так званих системних рівнів) пишуться диференціальні рівняння одного і того ж типу:

$$\frac{dy}{dt} = y^+ - y^-, \quad (1)$$

де y^+ – позитивний темп швидкості змінної y , що включає всі чинники, що викликають зростання змінної y ; y^- – негативний темп швидкості, що включає всі чинники, що викликають убавання змінної y .

Передбачається, що ці темпи розщеплюються на дві функції, залежних лише від «чинників» –

комбінацій основних змінних, тобто, у свою чергу, самих системних рівнів, що є функціями:

$$y^+ = g(y_1, y_2, \dots, y_n) = f(F_1, F_2, \dots, F_k) = f_1(F_1)f_2(F_2)\dots f_k(F_k), \quad (2)$$

де $F_j = g_j(y_1 \dots y_m)$ – чинники, причому $m = m(j) < n$, до $= \text{до}(j) < n$ (число рівнів). Тобто чинників менше, ніж основних змінних, і кожен чинник залежить не від всіх системних рівнів, а лише від якоїсь їх частини. Це дозволяє спростити завдання моделювання.

Безпосередньо моделювання світової динаміки проводилося Форрестером поетапно. Основні етапи такі.

1. Концептуалізація – виділення головне. На цьому етапі виділялися найбільш істотні, на погляд Форрестера, світові процеси, такі як: 1) швидке зростання населення; 2) індустріалізація і пов'язане з нею промислове зростання; 3) брак їжі; 4) зростання відходів виробництва; 5) брак ресурсів.

2. Складання рівнянь. Для системних рівнів пишеться система диференціальних рівнянь

Розрахунки по своїй моделі Форрестер проводив для тимчасового інтервалу з 1900 по 2100 гг. З 1900 р. по 1970 р. – головним чином, для того, щоб «відлагодити» (набудувати) параметри моделі на відомих даних, а з 1970 р. – вже як чисто прогнозні.

Необхідно сказати, що в завдання Дж. Форрестера при побудові моделі не входило точне передбачення кількісних характеристик світової системи, але швидше виявлення загальних якісних тенденцій динаміки основних змінних. Для досягнення цієї мети істотним є не стільки точне кількісне визначення всіх параметрів моделі, скільки правильний облік причинно-наслідкових зв'язків системи [3].

Слід звернути увагу на те, що чисельні результати моделі по населенню вступають в протиріччя з реальними даними. Може виявитися, крім того, що реальна динаміка більш стисла або, навпаки, розтягнута за часом, тобто умовні роки – тимчасові кроки моделі – можуть відповідати місяцям або, навпаки, десятиліттям в реальності. Для цілей глобальної моделі і те, і інше не настільки істотно в порівнянні з поведінкою змінних системи. І якщо вдається цю поведінку хоч якось передбачити, можна вважати, що модель будувалася не даремно. З цієї точки зору питання про справедливість прогнозу світової динаміки, даних в моделі, до цих пір залишається відкритим (ще не пройшли терміни, що дозволяють судити, чи виправдався зроблений прогноз).

Модель Форрестера – проста, ясна і корисна модель, ілюструє цікавий підхід до моделювання складних нелінійних систем. Задумана як учбовий приклад вживання методу системної динаміки, вона стала деяким зразком для подальших робіт, привернула увагу до проблеми світової динаміки, дала поштовх до проведення інших досліджень, що привело до появи цілого напрямку, що отримав назву глобального моделювання. В той же час не можна не згадати і про недоліки моделі: не враховується багато важливих чинників, явним мінусом також є утруднена ідентифікація моделі, деякі залежності носять фантастичний характер, що не перевіряє, метод побудови моделі не у всьому адекватний, рекомендації Форрестера по запобіганню кризи нереалістичні.

Сталий розвиток регіону можна охарактеризувати деякою сукупністю ознак. Для того, щоб розвиток регіону був сталий, необхідно,

щоб ці змінні відповідали нормативним значенням. І вся суть сталого розвитку у такій формалізованій постановці полягає в обґрунтуванні нормативних значень змінних, виборі і підтримці стратегії переходу регіону до рівня розвитку, відповідного нормативним значенням цих змінних.

Частина змінних відноситься до соціальної сфери, частина – до екологічної та економічної.

Для аналізу та оцінки рівня сталого розвитку регіонів необхідно представити показники, що характеризують рівень сталого розвитку регіонів, в узагальнюючій формі – за допомогою відповідних індексів. Слід відмітити, що останнім часом провідні вітчизняні науковці у галузі регіональної економіки все частіше групують показники сталого розвитку за трьома великими групами відповідно до сфер життєдіяльності населення регіону: соціальні, економічні, екологічні.

При розрахунках також будуть розраховуватись:

1) стандартизовані індекси сталого розвитку регіону – узагальнюючі показники, сформовані на основі стандартизації основних індикаторів сталого розвитку, що характеризуватимуть кожну сферу життєдіяльності регіону;

2) комплексні індекси сталого розвитку регіону – узагальнюючі показники, що відображатимуть стан соціальної, економічної та екологічної сфер регіону на предмет відповідності ознакам сталого розвитку регіонів.

Останній вид індексів буде покладений в основу формування інтегрального індексу сталого розвитку регіону.

Розглянемо детально алгоритм знаходження індексу сталого розвитку. Він включатиме в себе такі складові: 1) відбір показників, що характеризують сталий розвиток регіонів; 2) стандартизація показників; 3) аналіз рівня розвитку регіону за сферами життєдіяльності; 4) аналіз рівня сталого розвитку регіону на предмет відповідності ознакам сталості; 5) інтегральна оцінка рівня сталого розвитку регіонів.

Показники, що характеризують сталий розвиток, варто виділяти за сферами життєдіяльності на три великі групи: соціальні, економічні та екологічні. До показників, що характеризують соціальний розвиток регіону слід віднести: показники-стимулятори соціального розвитку регіону та показники-дестимулятори соціального розвитку регіону [5, с.18].

Аналіз рівня розвитку регіону за сферами життєдіяльності. З'ясувавши індекси всіх показників, взятих для оцінки рівня сталого розвитку, знаходимо стандартизовані індекси сталого розвитку регіону. Загальна їх кількість становить три, що відповідає кількості складових сталого розвитку регіону. Таким чином формуються три базових стандартизованих індекси: індекс соціального розвитку регіону, індекс економічного розвитку, індекс екологічного розвитку.

Знайдемо кожен із запропонованих стандартизованих індексів сталого розвитку регіону. Індекс соціального розвитку регіону повинен враховувати всі показники, що характеризують соціальні відносини у регіоні, як стандартизовані показники-стимулятори, так і показники-дестимулятори, а тому буде обчислюватись, як сума стандартизованого показника стимуляторів із показником дестимуляторів, поділена на кількість цих показників.

Інтегральні індекси економічного та екологічного розвитку регіону будуть знаходитись

аналогічно до індексу соціального розвитку регіону.

Четверте, аналіз рівня сталого розвитку регіону на предмет відповідності ознакам сталості. Для цього з'ясуємо комплексні індекси сталого розвитку регіонів. Комплексними індексами є індекси ознак сталого розвитку регіону (гармонійності, збалансованості, рівноважності, конкурентоспроможності, стабільності, безпеки). Вони формуються на основі трьох стандартизованих індексів сталого розвитку – індексу соціального розвитку регіонів, індексу економічного розвитку регіонів та індексу екологічного розвитку регіонів.

П'яте, інтегральна оцінка рівня сталого розвитку регіонів. Після знаходження комплексних індексів проводимо обчислення рівня сталого розвитку, тобто знаходимо інтегральний індекс сталого розвитку регіону. Оскільки всі комплексні показники мають однакову цінність для сталого розвитку регіону, то інтегральний показник сталого розвитку регіону розраховується, як сума цих показників, поділена на їх кількість.

Інтегральний індекс сталого розвитку регіону змінюється в межах $[0;1]$, і чим ближче значення цього індексу до 1, тим кращий рівень сталого розвитку регіону, а тому стан регіональної соціо-еколого-економічної системи буде кращим [5, с. 23].

На жаль, на практиці, інтегральний індекс сталого розвитку регіону далекий від нормативного значення. Це свідчить про наявність проблемних явищ у середині регіонів. Щоб їх усунути, необхідно застосовувати комплексну систему стимулювання сталого розвитку регіонів України.

Моделювання сталого розвитку на основі багатofакторної моделі

Оскільки визначення індексу сталого розвитку використовувались фактори трьох сфер, які позитивно чи негативно впливають на сталий розвиток, то для багатofакторної моделі ми візьемо всі ці параметри, а потім визначимо, на основі яких краще проводити моделювання.

Але оскільки в нас усі фактори мають різні одиниці виміру проводимо стандартизацію.

Будуємо кореляційну таблицю для визначення найбільш впливових факторів, та усунення мультиколінеарності. Визначаємо, які фактори є найбільш впливовими, чи немає між ними мультиколінеарності.

Отримуємо таблицю з трьома факторами по якій і буде проводитись аналіз [6, с. 31].

Оцінка параметрів регресії буде здійснюватись на основі методу найменших квадратів, будуємо рівняння регресії.

Переваги і недоліки індексної моделі і багатofакторної одні і ті ж, а саме: ці дві моделі досить легкі в розрахунках, можуть вивчати вплив великої кількості факторів, проте, недоліки в них теж однакові – знайшовши, індекс сталого розвитку, ми не маємо певної константи, щоб сказати наскільки він хороший або поганий, ми отримуємо певне числове значення, яке можемо порівняти з попередніми роками.

Слід зазначити, що класична математична економіка не використовує поняття «Сталий розвиток», «сталій розвиток економіки», «сталій розвиток виробництва». Математична економіка вивчає статичні і динамічні моделі економіки. Математична модель об'єкту дослідження або виробничо-економічної системи – це його опис на математичній мові. Аби задати таку модель, перераховують змінні моделі і вказують безліч до-

пустимих значень змінних. Безліч допустимих значень представляють за допомогою системи обмежень на значення змінних. Сукупність обмежень, накладених на змінні, і буде математичною моделлю об'єкту або системи. Для моделювання цього процесу можуть бути притягнені моделі виробничо-технологічного рівня економічних систем, до яких належать запропоновані статичні моделі «витрати – випуск».

Розглянемо модель такого плану. Хай в ній розглядається n виробничих ресурсів. Кількість i -го ресурсу, використовуваного (або споживаного) протягом деякої одиниці часу, позначимо через x_i . Хай випускається m продуктів, причому обсяг випуску j -го продукту позначений через y_j . Модель «витрати – випуск» є лінійною моделлю виробництва, що містить декілька виробничих (технологічних) процесів, кожен з яких виробляє лише один продукт. Для виробництва одиниці деякого, скажімо, j -го продукту потрібно витратити фіксовану кількість a_{ij} i -го продукту. Передбачаючи, що підсистема підготовки запасів і ресурсів замкнута, отримаємо, що вектор витрат у неї перевершує вектора випуску. Розглянемо процес виробництва сільськогосподарської продукції як процес виробничо-технологічний, продуктом якого є балансові (розвідані) запаси $QA+B+C1 = x2$ тваринництва та рослинництва $A+B+C1+(C2)$, перспективні запаси $QC2 = x3$ категорій $C2$, прогнозні ресурси $QC3 = x4$, $QD1 = x5$, $QD2 = x6$ категорій відповідно $C3$, $D1$, $D2$. Обмін ресурсами і продуктами в системі здійснюється за схемою F . В результаті такого обміну може бути отриманий сумарний приріст (у тому числі розвіданих запасів і видобутку з цього приросту) в наступних об'ємах:

Модель в матричному вигляді набере вигляду замкненої моделі типу «витрати – випуск». Цільова функція і додаткові умови цієї моделі можуть бути задані різним чином, залежно від мети моделювання. Наприклад, максимізація доходів сільського господарства при збереженні умов перевиршення граничної величини чистого доходу компанії над граничними витратами на одиницю видобутку (або приросту запасів). Додаткові умови визначають умови збалансованості АПК. Аналітично це досягається введенням в модель відповідних керівників і вартісних змінних. В силу діагональності матриці A допустиме вирішення моделі існує і може бути отримане, а через лінійність моделі для даного завдання може бути сформульоване завдання, вирішення якого дозволить визначити оптимальні (найменші) ціни використаних виробничих ресурсів.

На відміну від попередніх моделей балансовий метод дозволяє розрахувати вигоду, розрахувати довговічність ресурсів, але дає невелике уявлення про шкоду для навколишнього середовища, його орієнтація на максимізацію прибутку, нехтує екологічним фактором [1].

Виробнича діяльність на мікро- і мезорівнях – основа сталого розвитку макроекономічних систем. Оптимізація економічної діяльності крупних фірм створює базу такого розвитку[2].

При дослідженні проблеми сталого розвитку регіонального АПК необхідно використовувати комплекс моделей, пов'язаних з вищезазначеними трьома напрямками. Відносно перехідних процесів, багато уявлень про функціонування «стаціонарних» економік стають просто некоректними. Для цих процесів в просторі фазових координат можна виділити області тяжіння, попавши в яких економічна система може знаходитися там більш

менш тривалий час, якщо вона зуміє виробити адекватний механізм управління економікою. Як приклад нелінійної моделі сталого розвитку АПК розглянемо досить просту динамічну систему:

$$\begin{aligned} \frac{dY}{dt} &= k * Y * (A - Y) - (a + y) * Y \\ \frac{dA}{dt} &= -b * A + a * Y + C \\ \frac{dk}{dt} &= p * k * (B - k) + y * Y, \\ Y(0) &= Y_0, A(0) = A, k(0) = k_0, \end{aligned} \quad (3)$$

де Y – рівень економічного розвитку АПК, виражений, наприклад, в долі валового національного продукту, A – узагальнений екологічний ресурс, що обмежує граничний рівень економічного розвитку АПК, k – швидкість економічного розвитку, залежна від здібності економіки до розробки власних, а також використання і впровадження зовнішніх високих технологій в АПК, B – граничний рівень технологічної досконалості, що лімітується законами природи, C – швидкість самовідновлення екологічного середовища, dY – інтенсивність витрат частини валового продукту на підтримку необхідного стану екологічного середовища, $y * Y$ – те ж на розробку власних і імпорту зовнішніх високих технологій, p – швидкість розробки нових високих технологій, $Y(0)=Y_0$, $A(0)=A_0$, $k(0)=k_0$ – початковий стан економічної системи [4].

Повна модель повинна була включати основні економічні показники галузі, відомі із статистичних звітів за різні тимчасові періоди, а також повільно змінні зовнішні параметри, що управляють, – курс національної грошової одиниці, податкові ставки, ставку рефінансування і так далі. Для вну-

трішнього управління економічними об'єктами планувалося виділити такі критерії управління, які дозволили б ідентифікувати цільові завдання переходу до найбільш оптимальних співвідношень змінних не лише на верхньому рівні агрегації, але і на нижньому, тобто на рівні підприємства.

Використовуючи нелінійні моделі, можна сформулювати різні стратегії динамічної оптимізації складних по своїй структурі і видам діяльності галузей, а також і підприємств; статистичні дані по ним підсумовуються по гілках графів, починаючи з нижніх структурних рівнів підприємства. Окремі випадки можливих стратегій включають мінімізацію всіх статей витрат, максимізацію прибутків і її структурних складових і визначення оптимальних співвідношень між оплатою праці, чисельністю працівників і іншими показниками в приведеній (відносною) вартісній формі. Це може здійснюватися в умовах швидкої ринкової вартості основних фондів (показником яких є курс акцій підприємства) і змінних зовнішніх параметрів, що змінюється, – ставки оподаткування, кредитної ставки, припливу зовнішніх інвестицій і ін.

Недоліком є те, що дана модель знову ж таки робить акценти на прибутковість, а не захист природи.

Дані моделі дозволяють розрахувати максимально можливу вигоду на основі даних ресурсів підприємства – оптимальне співвідношення між прибутком, забрудненням навколишнього середовища та заробітною платою.

Висновки. Проаналізувавши п'ять моделей, які описують сталий розвиток, можна сказати, що в усіх них є свої плюси, але жодна не є досконалою для дослідження сталого розвитку сільського господарства, щом якомога краще дослідити це явище необхідно або доопрацювати дані моделі, або виводити нову – яка б не мала усіх цих недоліків.

Список літератури:

1. Бабак С.В. О выборе концепции и модели устойчивого развития производства и МСБ в нефтедобыче [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://burneft.ru/archive/issues/2009-01/19>.
2. Бистрай Г. П. Методы синергетики в анализе структурных сдвигов в промышленности: разработка унифицированных моделей и алгоритмов анализа устойчивости текущих состояний в условиях внешнего и внутреннего [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ipdn.ru/rics/doc1/OD/2-bys.htm>.
3. Махов С.А. Математическое моделирование мировой динамики и устойчивого развития на примере модели Форрестера [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.keldysh.ru/papers/2005/rep06/rep2005_06.html.
4. Муртузалиев М.М., Муртузалиева М.К. Динамическая модель устойчивого развития [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://konferent.ru/nauka/1089>.
5. Умаханов М.И. Устойчивое развитие региона: модель, основные направления, концепция : монография / М.И. Умаханов, Р.Д. Шахпазова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА : Закон и право, 2006. – 87 с.
6. Учебно-методическое пособие по курсу «Экономико-математические методы и модели. Линейное программирование» / Алесинская Т.В., Сербин В.Д., Катаев А.В. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2001. – 79 с.

Григорук П. М.
Федорова Т. Ю.

Хмельницький національний університет

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Резюме

Основной научный результат заключается в классификации данных моделей и проведении сравнительного анализа, который позволит повысить эффективность исследования устойчивого развития по наиболее оптимальной модели, в соответствии с поставленными целями. Разработаны методические и научно-практические рекомендации по выбору оптимальной модели для анализа устойчивого развития, проведен анализ по основным типам моделей, подчеркнуты слабые и сильные стороны каждой из них, на основе исследования сделан вывод относительно их внедрения. Проведенные исследования являются той теоретической почвой, которая поможет качественно и эффективно сделать анализ устойчивого развития хозяйства, поскольку из существующих моделей в результате исследований была обнаружена наилучшая модель для данного анализа.

Ключевые слова: устойчивое развитие, математическая модель устойчивого развития, экономическое развитие, экологическое развитие, социальное развитие, концепция устойчивого развития.

Grygoruk P. M.
Fedorova T. J.
Khmelnitsk National University

ANALYSIS MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS

Summary

A basic scientific result consists in classification of these models leadthrough of comparative analysis which will allow to promote efficiency of research of steady development on the most optimum model, in accordance with the put aims. The methodical are developed and naukovopraktichni recommendations on the choice of optimum model for the analysis of steady development, conducted analysis on the basic types of models, weak and strong sides are underline each of them, on the basis of research there is the done conclusion, in relation to their introduction. The conducted researches are that theoretical pidgrunntyam, that will help high-quality and effectively to do the analysis of steady development of economy, as from existent models, as a result of researches, was found out the best model for this analysis.

Key words: steady development, mathematical model of steady development, economic development, ecological development, social development, conception of steady development.

УДК 004.08

Іванченко Н. О.
Національний авіаційний університет

АРХИТЕКТУРА АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті продемонстровано метод моделювання модулів компонентів багаторівневої адаптивної системи нечіткого паралельного логічного висновку в доменному просторі економічної безпеки підприємства. Описана її структура, приведені фрагменти модулів різного рівня. Запропоновано підхід, базований на семантико-онтологічній моделі нечітких логічних правил, який дозволяє реалізувати активне навчання логічне виведення рішення задачі, кероване потоком вхідних даних.

Ключові слова: доменний простір, економічна безпека підприємства, адаптивна система, семантико-онтологічні моделі, семантико-онтологічне ядро, база знань.

Постановка проблеми. Адаптивна система (АС) призначена для вирішення складних логічних завдань в умовах нечіткої невизначеності доменного простору (ДП) економічної безпеки підприємства (ЕкБП) і обробки інформації в реальному масштабі часу [1, с. 13].

Адаптивна система ЕкБП реалізує алгоритм під назвою «на основі лінійної обчислювальної складності пошуку маршруту нечіткого логічного висновку». Цей підхід базується на семантико-онтологічній моделі (СОМ) нечітких логічних правил і дозволяє реалізувати активне навчання логічне виведення рішення задачі, кероване потоком вхідних даних.

Фактично АС ЕкБП вирішує класичну задачу пошуку маршруту нечіткого логічного висновку, але з наступними перевагами перед аналогами:

1) обчислювальна складність – **лінійна**, а не NP-повна (факторіал: $N!$), що доведено математично і підтверджено на практиці;

2) вирішує логічні, **інтелектуальні** і обчислювальні класи завдань обробки економічної інформації;

3) дозволяє виконувати керовану потоком даних активну обробку на адаптивній мережі правил і змінних (**самонавчання**).

4) адаптивний опис предметної області для забезпечення можливості еволюційного рішення задач, що є важливим при створенні експертної системи або системи підтримки ухвалення рішень для предметних областей, що характеризуються динамічністю (мінливістю набору або змісту показників і т.ін.);

5) управління потоком вхідних даних і виконання оперативної діагностики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз низки наукових праць, зокрема [1-5], дозволяють зробити висновок про те, що нечіткі паралельні асинхронні модулі АС є найбільш перспективною основою для реалізації інтелектуальних систем нового покоління, які принципово відрізняються від існуючих підходів до побудови алгоритмів логічного висновку.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Завданням даної статті є демонстрація методу моделювання модулів компонентів багаторівневої адаптивної системи нечіткого паралельного логічного висновку в доменному просторі економічної безпеки підприємства. Описати структуру системи, привести фрагменти модулів різного рівня.

Мета статті. Представити підхід формалізації і представлення конструктивних знань експерта, які дозволили б розробити концепцію адаптивної системи нечіткого паралельного логічного висновку в ДП ЕкБП.

Виклад основного матеріалу дослідження. Адаптивна система ЕкБП може працювати з повністю автономними системами, тобто автоматично обробляти вхідні значення в реальному масштабі часу і на виході видавати сигнали по заданих параметрах, наприклад: «порушення ЕкБП» і т.ін.

Нами пропонується наступний підхід до рішення проблеми інтеграції інтелектуальної системи:

• розробка такого способу представлення знань, який би забезпечив їх легку інтегрованість. Як вказаний спосіб пропонується використовувати мову уніфікованого кодування онтологічних семантичних мереж;