

УДК 519.816

Т.В. Лук'яненко

Луганський національний аграрний університет, Луганськ

ОЦІНКА СТАНУ ТА ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Стаття присвячена проблемам теоретичного обґрунтування аналізу стану та вибору стратегії розвитку соціально-економічних систем. Розроблений та представлений у статті комплекс взаємопов'язаних універсальних математичних моделей, що використовують методи нечітких множин та нечіткої логіки, надає можливість використовувати їх для формування стратегії розвитку будь-якої СЕС.

Ключові слова: нечітка множина, дихотомічне дерево цілей, матриця згортки, математична модель, соціально-економічна система, стратегія розвитку.

Вступ

Постановка проблеми. Проблеми управління соціально-економічними системами (СЕС) в умовах швидкоплинних змін, питання стійкості, оптимізації та ефективності розвитку, безумовно, мають актуальне значення для суспільства та науки. Відмінними рисами таких СЕС є багатокомпонентність з безліччю позитивних і негативних зворотних зв'язків та динамізм.

У динамічно мінливій соціальній обстановці керування СЕС повинне носити випереджальний, превентивний характер. Головною проблемою є відставання знайденого раніше оптимального варіанта управління від змін умов життя. Така система послідовного, повільного визначення оптимальних рішень неефективна в сучасних умовах, тим більше в майбутньому.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблемам функціонування і управління розвитком складних систем присвячена безліч праць вітчизняних і зарубіжних учених: А.Г. Аганбегяна, Р. Акоффа, В.Н. Буркова, В.Л. Волковича, В.М. Глушкова, А.В. Дабагяна, А.В. Карібського, М. Месаровича, В.С. Міхальовича, Д.А. Новікова, Г.С. Поспелова, Т. Сааті, А.Д. Цвіркуна і багатьох інших авторів [1 – 3]. Теоретичною основою для вирішення завдань управління розвитком складних систем є: системний аналіз, програмно-цільове планування, системна оптимізація, дослідження операцій, теорія приймання рішень, яким присвячені роботи відомих учених, – Р. Беллмана, Ю.М. Ермольєва, У.І. Зангвіла, Ю.П. Зайченко, О.І. Ларічева, А.А. Павлова, До. Ріхтера, І.В. Сергиєнко, Н.З. Шора і багатьох інших авторів [4 – 6].

Програмно-цільове планування охоплює дві відносно самостійні стадії розробки перспективних і середньострокових планів – формування цілей розвитку системи і визначення способів їх досягнення. При перспективному управлінні розвитком складних соціально-економічних систем необхідно враховувати всі можливі його наслідки. Тому ефективність управління визначається не тільки мірою досягнення стратегічних цілей, але і тим, яким чином вони досягаються.

Мета дослідження. Метою статті є розробка математичних моделей для аналізу стану та формування стратегії управління розвитком (СЕС), використання яких надає можливість підвищення ефективності управління та діяльності СЕС.

Вибір стратегії розвитку з виникаючого різноманіття паралельних шляхів розвитку СЕС повинно ґрунтуватися на використанні математичного апарату та дозволяти в прискореному режимі вибирати й підтримувати найбільш оптимальні з них. Реалізація випереджального, інноваційного адміністративного керування дозволить створити СЕС з високими адаптивними властивостями й високою швидкістю реакції на виклики соціальних умов, що швидко змінюються.

1. Математична модель оцінки напрямків діяльності СЕС

Розробка систем управління СЕС вимагає опису об'єкту управління, визначення основних факторів, що характеризують поточний стан, оцінки цих факторів, створення механізмів розробки стратегії та реалізації програм розвитку. Таким чином, процес управління буде формувати кортеж таких ознак:

$$U = \langle Q, X, X', Y(X'), S(Q), R, G^S(x), F(x) \rangle,$$

де $Q = (q_1, \dots, q_i, \dots, q_n)$ – множина цілей; L – структура об'єкту управління; X – множина станів об'єкту управління; X' – множина напрямків діяльності об'єкту управління відповідно до обраних цілей; $Y(X')$ – комплексні оцінки напрямків діяльності; $S(Q)$ – множина альтернативних стратегій розвитку; R – ресурсне забезпечення та обмеження; $G^S(x)$ – функції локальних та глобальних критеріїв за стратегіями; $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – множина факторів, які використовуються для прийняття управлінських рішень; $F(x_j) \rightarrow y_j$ – функція формування оцінки напрямків діяльності.

Рішення цих завдань стикається із труднощами, визначеними особливістю об'єкта управління. До важливих характеристик для вирішення задач дослідження слід віднести: складність опису процесів у

строго формалізованому виді; комплексність показників, що входять у структуру об'єкта; ієрархічність структури об'єкту управління; дефіцит достовірної інформації; можливість агрегації результатів оцінки за невеликою кількістю критеріїв; багатоваріантність процесу управління; значний вплив екзогенних факторів на управління; існування засобів інформаційного впливу та автоматизації процесу.

Першочерговим завданням при розробці систем управління СЕС є оцінка поточного стану за напрямками діяльності та порівняння результатів з вимогами керівництва СЕС і держустанов. Комплексна оцінка повинна враховувати, як аналіз внутрішнього стану, насамперед, на підставі оцінки внутрішніх ресурсів, так і результати виміру впливу зовнішніх факторів.

Множина частих критеріїв $N = \{1, 2, \dots, n\}$ оцінки напрямку діяльності за комплексом факторів $x_i \in X_i$, які приймають значення з множини X_i , $i \in N$, складають кортеж $x_0 \in X_0$ комплексної агрегованої оцінки, котра знаходиться відповідно процедури агрегування $F(x): X' \rightarrow X_0$, тобто $x_0 = F(x)$, де $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X' = \prod_{i \in N} X_i$. Задача комплексного оцінювання полягає в обчисленні при звісному векторі часткових показників $x_0 \in X'$ значення комплексної оцінки $F_0 = F(x_0)$.

Останнім часом велике поширення для побудови узагальнених оцінок одержав підхід, заснований на використанні дерева цілей. Кожна вершина дерева поділяється на два фактори, тобто використовується так званий метод дихотомії. Дерево цілей задає фактори управління на різних рівнях управління: I – система управління СЕС; II – основні процеси СЕС; III – забезпечення діяльності СЕС.

Розглядаючи напрями діяльності з метою оцінки, нам необхідно визначити межі фрагменту дерева на різних рівнях ієрархії. Таким чином, маючи повне дерево цілей ми маємо можливість локалізувати оцінки на будь-якому рівні деталізації. Такий підхід дасть можливість вирішувати задачі усіх видів управління: періодичне, рефлекторне, діагностичне та стратегічне (рис. 1).

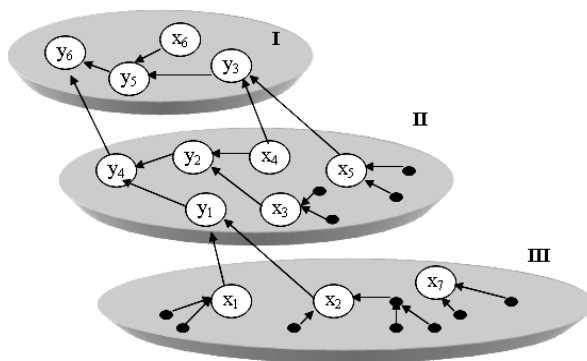


Рис. 1. Дерево цілей управління СЕС на основі метода дихотомії

Позначки на рисунку: x_1 – забезпеченість персоналом; x_2 – матеріальна база; x_3 – рівень НТП; x_4 – обсяг замовлень за контрактами; x_5 – обсяг замовлень за бюджетом; x_6 – оцінка конкурентного середовища; y_1 – стан ресурсної бази за напрямом; y_2 – додаткове фінансування; y_3 – загальний економічний стан; y_4 – загальний обсяг ресурсів; y_5 – стан зовнішнього оточення; y_6 – оцінка напрямку діяльності.

Фактори, що не потребують оцінки (x_7), не зв'язуються у дерево. Кінцеві фактори визначають межі аналізу і позначаються як x_i . Результати згортки можна використати і як критерій оцінки, і як проміжний результат.

При цьому агрегування кожної пари елементів в елемент наступного верхнього рівня виробляється за допомогою логічних матриць згортки.

Узагальненням чіткої матричної системи комплексного оцінювання є нечітка матрична система комплексного оцінювання, у якій оцінки по кожному із критеріїв є в загальному випадку нечіткими, і агрегуються відповідно до чітких матриць згортки нечіткої інформації в нечітку інформацію.

Відповідно до отриманих в результаті агрегування за процедурою $F(x)$, що задає матрицею згортки, нечітка оцінка \tilde{x}_0 буде визначатися функцією приналежності:

$$\mu_{\tilde{x}_0}(x_0) = \sup_{\{(x_1, x_2) | F(x_1, x_2) = x_0\}} \min \{ \mu_{\tilde{x}_1}(x_1), \mu_{\tilde{x}_2}(x_2) \}, \quad (1)$$

$$x_0 = \overline{1, 4}.$$

У випадку, коли нечіткі оцінки $\{\tilde{x}_i\}_{i \in N}$ агрегуються відповідно до чіткої процедури $F(x)$ значення функції приналежності для агрегованої оцінки \tilde{x}_0 обчислюється по наступній формулі:

$$\mu_{\tilde{x}_0} = \sup_{\{x \in X' | F(x) = x_0\}} \min_{i \in N} \{ \mu_{\tilde{x}_i}(x_i) \}, \quad x_0 \in X_0. \quad (2)$$

Формули (1) і (2) дають можливість визначити комплексну оцінку поточного стану СЕС за допомогою дихотомічних матриць згортки відповідно до побудованого бінарного дерева комплексної оцінки напрямку діяльності на підставі цілей та критеріїв управління. Порівняння отриманих нечітких комплексних оцінок з еталонами СЕС до окремих напрямів сформованими у набір значень

$$x_E = (x_E^1, x_E^2, \dots, x_E^k), \quad j = \overline{1, k},$$

де k – кількість напрямів, вимагають вирішення зворотної задачі комплексного оцінювання для напрямів з незадовільною оцінкою, яка полягає в знаходженні такої безлічі $X(F_0) \subseteq X'$ значень векторів показників, при якому діяльність за напрямом досягне заданої комплексної оцінки F_0 , тобто

$$X(F_0) = \{x \in X' | F(x) = F_0\},$$

де $X(F_0)$ – множина векторів-показників, при якому діяльність за напрямом досягне заданої комплексної оцінки F_0 .

2. Математична модель інтенсифікації використання ресурсів за напрямками діяльності

Визначення вимог стосовно ресурсів потребує врахування допусків та відхилень, які породжуються невизначеністю, тому еталонна оцінка має вигляд необхідної функції приналежності $\mu_{\bar{x}_0}(x_0)$ підсумкової агрегованої нечіткої оцінки \bar{x}_0 . Тоді рівномірна оцінка зверху мінімальних напружених значень функцій приналежності значень часткових критеріїв є:

$$\mu_{x_i}^{\min}(x_i) = \sup_{\{x_0 \in X_0 | x_i \in \text{Proj}_i X(x_0)\}} \mu_{\bar{x}_0}(x_0), \quad x_i = X_i, i \in N. \quad (3)$$

Якщо незадовільна оцінка обумовлена скороченням внутрішніх ресурсів необхідним є виконання завдання по перевірці ефективності розподілу ресурсів, яка полягає в пошуку такого вектора ендогенних факторів, що привели б до максимальної комплексної оцінки за умови обмеженості витрат.

$$F(x) \rightarrow \max_{\{x \in X' | c(x^0, x) \leq R\}}, \quad (4)$$

$c(x^0, x)$ – функція витрат на змінення вектора часткових показників з $x_0 \in X'$ до $x \in X'$; R – обмеження на ресурси.

Внутрішні ресурси повинні забезпечити діяльність за усім комплексом напрямів діяльності, які складають, насамперед, з виробничих процесів та інших видів активності. Керівництво СЕС повинно оптимально використовувати ресурси, тому досягнення визначених оцінок за рахунок значного об'єму окремого ресурсу є неефективним. Зворотне розподілення ресурсу дає можливість визначити резерви для підтримки напружених напрямів і полягає в знаходженні такого вектора мінімальних значень показників, перехід до якого з поточного стану забезпечував би досягнення заданого значення F_0 комплексної оцінки.

$$c(x_0, x) \rightarrow \min_{\{x \in X' | F(x) = F_0\}}. \quad (5)$$

Задачі (4) і (5) можна вирішувати з урахуванням невизначеності та ризику на досягнення відповідних значень показників.

Якщо ввести на безлічі X' значень приватних критеріїв функціонал $G(x_1, x_2)$, що вказує відстань між векторами значень критеріїв, то у випадку монотонно неубутного по всім змінним відображення $F(x)$ можна визначити резерв:

$$\delta(x_0) = x_0 - \arg \min_{x \in X(F(x_0))} H(x_0, x)$$

де $H(x_0, x)$ – функція формування резерву за напрямом.

Поняття резерву дозволяє ввести визначення напруженого варіанта, як такого вектора значень часткових критеріїв, що жодна з оцінок по жодному із цих критеріїв не може бути зменшена без зменшення комплексної оцінки. Робиться це в такий спосіб: якщо

резерви незалежні, то облік взаємної залежності значень приватних критеріїв, що приводять до значення комплексної оцінки F_0 , приводить до наступного визначення множини напружених варіантів:

$$\Delta(x_0) = \{x \in X' | F(x) = F_0 \text{ и } \forall x' \neq x F(x') < F_0\}.$$

Маючи значення мінімальних функцій приналежності (3), що приводять до заданого нечіткого агрегованого результату, можна при відомому функціоналі витрат, визначеному на безлічі пар початкових і кінцевих функцій приналежності, шукати найбільш дешевий варіант досягнення заданого нечіткого агрегованого результату з початкового стану, що описано також нечітким вектором оцінок за частковими критеріями.

Нечіткий резерв визначається наступною нечіткою величиною, що визначається як різниця між нечіткою оцінкою поточного стану та оцінкою напружених значень (3):

$$\delta_{\bar{x}_i}(x_i) = \mu_{\bar{x}_i}(x_i) - \mu_{\bar{x}_i}^{\min}(x_i), \quad x_i \in X_i, i \in N. \quad (6)$$

Якщо функції витрат монотонні за оцінками і значенням функції приналежності, а процедура агрегування не убуває по кожній з агрегованих оцінок, то більш дешевими будуть комбінації оцінок часткових критеріїв, які мають мінімальні нечіткі резерви (6). З іншого боку, нечіткі резерви можна інтерпретувати як запас стійкості стану системи щодо зовнішніх збуджень або помилок оцінювання.

Використання наведених методик до екзогенних факторів дають можливість здійснити облік глобальних обмежень $X_{гп}$ на значення часткових показників: $x \in X' \cap X_{гп}$. Такий підхід дає можливість оптимізації напрямів за критеріями ефекту-витрат на основі побудови мережі напружених Парето-оптимальних варіантів для напрямів діяльності СЕС.

Використання моделей дає можливість рішень прямих та зворотних задач комплексного оцінювання для згортки двох дискретних показників. Тому логіка агрегації показників повинна мати вигляд бінарного дерева, орієнтованим графом без циклів (E, V) , де V – множина вершин, а E – множина дуг між вершинами.

Мережеву систему комплексного оцінювання можна визначити як кортеж:

- ациклічна мережа (E, V) з правильною нумерацією;
- сукупність множин N – ендо- та екзогенних параметрів, K – критеріїв, $(X_i) i \in N$ – оцінок стану за напрямками, $(Y_j) j \in K$ – проміжних та кінцевих функцій оцінки напрямку за критеріями;
- сукупність відображень $F_j(x), j \in K$.

Алгоритм прямої задачі комплексної оцінки за даним нечіткими значеннями параметрів, наявності мережі та матриць згортки вирішується послідовним розрахунком значень k проміжних критеріїв з використання матриць згортки:

$$z = (x, y) \in Z' = X' \times Y', \quad Y' = \prod_{l \in K} Y_l.$$

$$\mu_{\tilde{y}_j}(y_j) = \sup_{\{(x, y) \in Z' | f_j(x_j) \in P_j, (y_l) \in Q_j\}} \min \left[\min_{i \in P_j} \{ \mu_{\tilde{x}_i}(x_i) \}, \min_{l \in Q_j} \{ \mu_{\tilde{y}_l}(y_l) \} \right],$$

де $\mu_{\tilde{x}_i}(x_i)$ – функція приналежності нечіткої часткової оцінки \tilde{x}_i , $i \in N$, \tilde{y}_j – нечітка проміжна чи комплексна ($i = k$) оцінка з функцією належності $\mu_{\tilde{y}_j}(y_j)$, $y_j \in Y_j$, $j \in K$.

Для формування моделі та алгоритмів комплексної оцінки необхідно вирішити проблеми побудови ієрархії критеріїв та бінарних матриць згортки, що спрощується завдяки розроблених додаткових процедур.

3. Математична модель формування стратегії розвитку СЕС

Використання при прийнятті рішень всього арсеналу сучасної теорії управління є необхідною вимогою підвищення обґрунтованості управлінських рішень.

Досвід вирішення комплексу взаємопов'язаних задач потребує одночасного використання традиційних методів теорії управління та апарату штучного інтелекту враховуючи невизначеність ситуації, яку можна апріорі задати з точністю до вектору дозволених параметрів $\Delta = (\Delta_i)$, $i = \overline{1, n}$, $\Delta \in G_n$. Якщо задати у явній формі залежності $F_l^y(y^{(l)}, x, \Delta)$, $l = \overline{1, m}$, $m \geq 1$, для m локальних критеріїв оптимальності за напрямками, а також $F_p^x(X^{(p)}, x, \Delta)$, $p = \overline{1, q}$, $q \geq 1$ для q встановлених оцінок етапів та результатів процесу управління та параметричну оцінку результатів Δ факторів x . Якщо ввести допуски ε на значення F_p^x , ми отримаємо безліч нерівностей $F_p^x(X^{(p)}, x, \Delta) \leq \varepsilon$, задача пошуку стратегії гарантованого результату в умовах обмежень та невизначеності зводиться до мінімаксної задачі математичного програмування, що отримала назву задачі напівнескінченної оптимізації, рішення якої може бути зведено до такого вигляду:

$$I(\Delta) = \max_{x \in X'} \left\{ F_{G^s}(y^s, x, \Delta) : y^s \in S \right\} \rightarrow \min, \quad \Delta \in G^s$$

$$\Phi(\Delta) = \max_{x \in X'} \left\{ F(\tilde{x}_0^s, x, \Delta) : \tilde{x}_0^s \in \tilde{X} \right\} \leq \varepsilon$$

$$\varepsilon \geq \varepsilon_{\min}^{(n)} = \inf \left\{ \Phi(\Delta) : \Delta \in G^s \right\}$$

Запропоновані моделі дозволяють використовувати їх з нечіткими оцінками і можуть бути уточнені відповідними функціями належності.

Сучасні умови функціонування СЕС, обумовлені переходом від адміністративно-командної еко-

Для визначення функції приналежності для нечіткої комплексної оцінки буде використано таку формулу:

номіки до ринкової та суттєвим скороченням бюджетного фінансування, потребують розробки моделей формування стратегії розвитку СЕС як комплексу взаємозв'язаних напрямків різних видів діяльності на підставі оперативного багатокритеріального оцінювання та зміни пріоритетів відповідно до планової траєкторії розвитку. Визначення оптимального розподілу ресурсів з врахуванням вектору глобальних обмежень потребує визначення оптимальної траєкторії в просторі часткових критеріїв, що приводить до кінця планового періоду до необхідної або максимально можливої величини комплексної оцінки, чи мінімізувати час досягнення необхідного значення комплексної оцінки.

Для вирішення визначеної задачі оптимального управління СЕС доцільно використати апарат диференціальних рівнянь, який дозволить врахувати взаємозв'язок різноманітних напрямів діяльності не тільки на рівні балансу ресурсного забезпечення, але і на рівні результативності та ефективності.

Діяльність СЕС можна визначити як комплекс, який складається з k напрямків. Рівень розвитку j -го напрямку оцінюється на неперервній шкалі показником $y_j \in [0; 1]$, $j \in K = \{1, 2, \dots, k\}$ – множини напрямків. Якщо задані: вектор початкових значень стану напрямків $y_j^0 \in [0; 1]$, $j \in K$; закони динаміки ступенів розвитку:

$$\dot{y}_j = f_j(y(t), x_j(t)), \quad j \in K,$$

де $y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$ – стан розвитку напрямів СЕС, $x_j(t) \geq 0$ – значення ресурсного забезпечення j -го напрямку в момент часу t ; критерій $G(y)$ ступеню розвитку СЕС взагалі.

Відносно системи диференціальних рівнянь, таких що $\forall j \in K, \forall y \in [0; 1]^k \forall x_j \geq 0$, необхідно виконання наступних умов:

1. $f_j(y, 0) = 0$ – при відсутності ресурсного забезпечення розвиток напрямку неможливий;

2. $f_j(y, x_j) \geq 0$ – результати діяльності за напрямками не втрачають свого значення;

3. $\frac{\partial f_j(y)}{\partial y_i} \geq 0$, $i \neq j$ – принцип комплексності розвитку – чим вище рівень розвитку сусідніх напрямків, тим ймовірніший розвиток інших;

4. $\frac{\partial f_j(y)}{\partial x_j} \geq 0$ – швидкість розвитку напрямку від збільшення обсягу ресурсу зростає;

5. $\frac{\partial G(y)}{\partial y_j} \geq 0$ – чим вище ступінь розвитку кожного напрямку, тим вище ступінь розвитку СЕС.

Вибрав фіксований плановий період $T > 0$ і обмеження R для $x \in X$ на множенні припустимих значень ресурсного забезпечення $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ з урахуванням закону динаміки ступенів розвитку за напрямками можна вирішити задачі планування розвитку СЕС відповідно до наступних варіантів стратегії та оцінити рівень результату.

Приклади реалізації стратегій з використанням розробленої моделі формування стратегії:

1. S^{\max} – Максимізація ступеню розвитку СЕС до кінця планового періоду T у межах існуючого ресурсного забезпечення:

$$G^{\max}(y(T)) \rightarrow \max_{\dot{y}(t), x \in X} .$$

2. S^C – Досягнення заданого рівня розвитку СЕС G_0 з мінімальними витратами ресурсного забезпечення. Якщо задано функціонал $G(y)$, то задача має вигляд

$$G^C(\Delta) \rightarrow \min_{\dot{y}(t), x \in X, x(y) \geq x_0}$$

3. S^T – Якщо в якості критерію ефективності прийняти час досягнення заданого рівня розвитку G_0 для СЕС, то отримаємо задачу формування наступної стратегії:

$$G^T(\Delta) \rightarrow \min_{\dot{y}(t), x \in X, G(y(T)) \geq G_0}$$

4. S^{\min} – Стратегія рівномірного розвитку, вирішується як:

$$G_{\min}(y) \rightarrow \min_{j \in K} \{y_j\}$$

5. S^α – якщо в якості стратегії розвитку СЕС використати пріоритетний критерій за обраним напрямом, задача має вигляд:

$$G_\alpha(y) = \sum_{j \in K} \alpha_j y_j$$

де $\alpha_j > 0, j \in K$ – константи пріоритетів, такі, що $\sum_{j \in K} \alpha_j = 1$. Таким чином $\alpha \rightarrow [0; 1]$.

Вирішення задач підвищення якості управління розвитком СЕС передбачає можливість побудови ієрархії стратегій для моменту часу T , та зміну під час планового періоду.

4. Математична модель динаміки розвитку СЕС

Формування загальної стратегії розвитку СЕС потребує оцінки стосовно альтернативних варіантів та побудови дерева цілей, за яким буде здійснюватися оптимізація.

Найбільший інтерес в сучасних умовах викликає вирішення актуальних задач, які дозволяють контролювати загальний стан СЕС та акцентувати зусилля керівництва на розвитку найбільш перспективних напрямків.

Якісні методи оцінки альтернатив розроблені О.І. Ларичевим можуть використатися в моделях лінійного упорядкування об'єктів на основі їх векторів переваг. Одним з таких методів, який може бути з успіхом застосований для рішення завдання із якісними змінними, є метод упорядкування багатокритеріальних альтернативних, що включає наступні процедури:

- формування критеріального опису альтернатив;
- формування відповідності базових і лінгвістичних шкал оцінки критеріїв;
- формування опорних еталонних ситуацій у вигляді векторних оцінок і їх порівняння;
- упорядкування векторних оцінок альтернатив.

Якщо напрями діяльності СЕС не зв'язані, і якщо $y_j^0 \in (0; 1], j \in K$, використаємо логістичний закон розвитку напрямів, що є адекватним багатьом основним процесам у СЕС, отримаємо диференціальне рівняння:

$$\frac{dy_j}{dt} = \gamma_j(x_j(t)) \cdot y_j(t)(1 - y_j(t)), \quad j \in K.$$

Таким чином ми отримаємо систему з рівнянь Бернуллі, якщо прийняти $y_j(t) = y_j$, результат буде мати вигляд набору логістичних кривих, які відображають темпи розвитку напрямів діяльності СЕС у часі (рис. 2):

$$y_j(t, x_j) = \frac{y_j^0}{y_j^0 + (1 - y_j^0)e^{-\gamma_j(x_j)t}}, \quad j \in K.$$

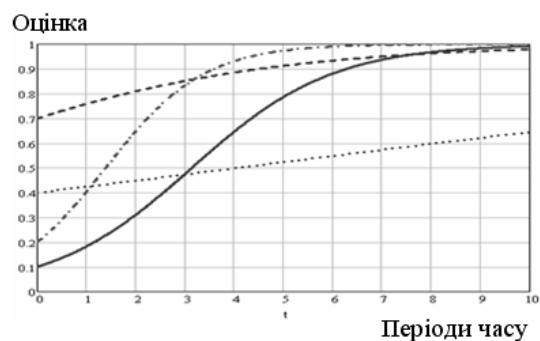
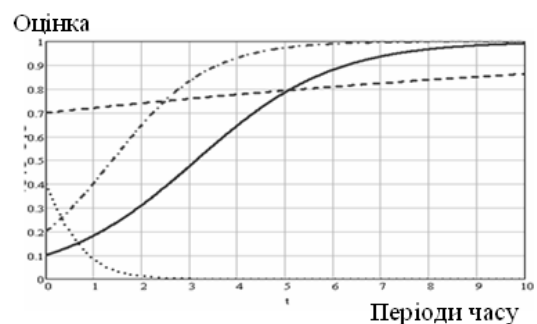


Рис. 2. Логістичні криві темпів розвитку напрямів СЕС

Якщо слід дослідити вплив змін ресурсного забезпечення на час досягнення необхідного рівня розвитку для всього СЕС G_0 , отримаємо рівняння, що пов'язує час досягнення даного рівня по кожному напрямку з відповідним ресурсним забезпеченням.

$$\gamma_j(x_j)t = \ln \frac{G_0(1-y_j^0)}{y_j^0(1-G_0)}, j \in K.$$

Якщо ресурсне забезпечення кожного напрямку не буде значно змінюватися у часі, то з боку вирішення стратегії рівномірного розвитку всіх напрямів, задача переходить до оптимізації ресурсів, так щоб одночасно вийти на рівень G_0 .

Позначив $\beta_j = \ln \frac{G_0(1-y_j^0)}{y_j^0(1-G_0)}$, необхідно мінімізувати час T вибором вектору $x=(x_1, x_2, \dots, x_k)$, щоб

$$\gamma_j(x_j) = \beta_j / T, j \in K.$$

Використаємо лінійну функцію $\gamma_j(x_j) = r_j x_j$, враховуючи обмеження на ресурси складають R . $r_j > 0$ – показник, який вказує на потенціал напрямку діяльності чи оцінки. Використав метод множин Лагранжа отримаємо:

$$x_j = R \cdot (\beta_j / r_j) / \sum_{j \in K} \beta_j / r_j, \quad T = \sum_{j \in K} \beta_j / r_j / R. \quad (7)$$

З рівнянь (7) можна зробити висновок, що оптимальний обсяг ресурсу для напрямку j є пропорційним його ступеню розвитку. Час досягнення поставленого рівня у зворотному зв'язку з кількістю використаного ресурсу за рік.

При постійному розподілі ресурсів для кожного напрямку, відповідно до критерію оптимальним буде такий розподіл ресурсів матеріальних, кадрових, інформаційних і методичних, при якому усі напрямки досягають необхідного рівня одночасно.

Результати оптимізації за моделлю наведено на рис. 2.

Після використання критеріїв напрями розвитку 1 та 3 були кореговані за часом досягнення глобального критерію, отриманий резерв ресурсів дозволив підтримати напрям 4 та прискорити напрям 2, який був визначено як пріоритетний.

Висновки

Використання методів нечіткої логіки та теорії множин, агрегованих оцінок надають можливість розробити математичні моделі формування стратегій розвитку СЕС. Апарат диференціальних рівнянь враховує взаємозв'язок різноманітних напрямів діяльності СЕС на рівнях ресурсного балансу, результативності та ефективності.

Список літератури

1. Милованов В.П. *Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация*. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 264 с.
2. Гилев С.Е. *Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием* / С.Е. Гилев, С.В. Леонтьев, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 54 с.
3. Сімонова В.С. *Теоретичні аспекти стратегічного управління комплексним розвитком регіону* / В.С. Сімонова // *Регіональна економіка*. – 2007. – № 1. – С. 145-152.
4. Бурков В.Н. *Как управлять организациями* / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтез, 2004. – 400 с.
5. *Корпоративная стратегия: ресурсный подход* / Д.Д. Коллис, С.А. Монтгомери; Ю. Кострубов (пер. с англ.). – М.: Олимп-Бизнес, 2007. – XXII, 371 с.
6. Жирабок А.Н. *Нечеткие множества и их использование для принятия решений* / А.Н. Жирабок // *Соросовский образовательный журнал*. – 2007. – Т. 7, 2. – С. 109-115.

Надійшла до редколегії 21.01.2012

Рецензент: д-р. техн. наук, проф. Л.І. Леві, Луганський національний аграрний університет, Луганськ.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Т.В. Лукьяненко

Статья посвящена проблемам теоретического обоснования анализа состояния и выбора стратегии развития социально-экономических систем. Разработанный и представленный в статье комплекс взаимосвязанных универсальных математических моделей, которые используют методы нечетких множеств и нечеткой логики, предоставляет возможность использовать их для формирования стратегии развития любой СЭС.

Ключевые слова: нечеткое множество, дихотомическое дерево целей, матрица свертки, математическая модель, социально-экономическая система, стратегия развития.

CONDITION ESTIMATION AND FORMATION OF DEVELOPMENT STRATEGY OF SOCIO-ECONOMIC

T.V. Lukyanenko

Article is devoted to problems of a theoretical substantiation of the analysis of a condition and a choice of strategy of development of social and economic systems. The complex of the interconnected universal mathematical models developed and presented by article which use methods of indistinct sets and indistinct logic, gives an opportunity to use them for formation of strategy of development any SES.

Keywords: fuzzy set, dichotomy tree of aims, a matrix is packages, mathematical model, socio-economic system, strategy of development.