

систем діагностування з урахуванням апріорної діагностическої інформації // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – №4. – С.67 – 72. 3. Поморова О.В. Виявлення суперечливості правил в нечітких базах знань інтелектуальних систем технічного діагностування / О.В. Поморова, Є.Г. Гнатчук // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського „Харківський авіаційний інститут”. – 2009. – №. 7 (41). – С. 171 – 176. 4. Поморова О.В. Визначення життєздатності правил в нечітких базах знань інтелектуальних систем технічного діагностування / О.В. Поморова, Є.Г. Гнатчук // *Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць*. – Вип. 423: Фізика. Електроніка.: Тематичний випуск «Комп'ютерні системи та компоненти». Ч. II. –Чернівці: ЧНУ, 2009. – С.66 – 71. 5. Поморова О.В. Виявлення надлишкових правил в нечітких базах знань інтелектуальних систем технічного діагностування / О. В. Поморова, Є. Г. Гнатчук // *Тези доп. VI міжн. науково-практичної конференції «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS-2008)*. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 253. 6. Gnatchuk E.G. Knowledge base of fuzzy diagnosis expert system of computer devices // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”. – 2006. – №.7 (19). – С.121 – 125. 7. Гнатчук Є.Г. Опрацювання нечіткої експертної інформації у процесі діагностування комп'ютерних засобів // *Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка”*. – 2007. – №598. – С. 50 – 55. 8. Локазюк В.М. Алгоритмізація нечіткого логічного висновку для процесу діагностування комп'ютерних засобів / В.М. Локазюк, Є.Г. Гнатчук // *Вісник Хмельницького національного університету*. – Хмельницький: ХНУ. – 2006. – №.6 (87). – С.52 – 58.

УДК 681.5

Т. Шкандибіна

Луганський національний аграрний університет

## МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

© Шкандибіна Т., 2010

**Наведено результати науково-практичної задачі створення інформаційної технології для динамічної задачі управління розвитком соціально-економічних систем на прикладі вищого навчального закладу. Розроблені математичні моделі інформаційного забезпечення ІАС з формування стратегії розвитку ВНЗ.**

**Scientific practical task results are presented in the article. creation of information technology for the run-time task development management in social-economic systems it is presented on the example of higher educational school. Mathematical models and informative providing of information-analytics system by forming development strategy in HES are developed.**

### Постановка проблеми

Тенденції розвитку сучасних інформаційних технологій приводять до постійного зростання складності інформаційно-аналітичних систем (ІАС), що створюються в різних областях діяльності підприємств.

Керівникам необхідно вчасно реагувати на всі зміни, що відбуваються в суспільстві і в світі. ВНЗ України не повинні поступатися своїми позиціями, надавати можливість отримання самих затребуваних, актуальних спеціальностей на високому кваліфікаційному рівні. Ефективне управління ВНЗ передбачає своєчасний розподіл обмежених ресурсів на перспективні короткострокові і довгострокові завдання. Наприклад, керівництву необхідно спланувати розподіл грошових коштів на купівлю устаткування або забезпечення підвищення кваліфікації своїх співробітників, але при цьому не можна чітко визначити які напрями діяльності ВНЗ (спеціальності і рівні кваліфікації) будуть гостро необхідні через чотири–п'ять років, тобто в той час, коли буде отриманий перший випуск фахівців. У таких випадках необхідне застосування систем підтримки прийняття рішень, що використовують спеціальні моделі і методи [1].

Для успішної реалізації проекту об'єкт проектування необхідно насамперед адекватно описати, побудувати повні і несуперечливі функціональні і інформаційні моделі інформаційного забезпечення (ІЗ). Накопичений до сьогодні досвід проектування ІЗ показує, що це логічно складна, трудомістка і тривала за часом робота, що вимагає високої кваліфікації фахівців, що беруть в ній участь.

### **Аналіз досліджень та останніх публікацій**

Проблеми розроблення моделей, алгоритмів та інформаційних технологій, що використовуються для соціально-економічних систем (СЕС) розглядаються у великій кількості публікацій статей та тез конференцій. Російських академік Д.О. Новиков у своїй книзі так описує сучасних стан в управлінні СЕС: «... якщо подивитися на всю сукупність публікацій по управлінню освітніми системами, то можна констатувати, що ця галузь науки знаходиться на етапі становлення і самоусвідомлення власних меж (об'єктів і методів досліджень)»[1].

У роботах учених (В.М. Левикіна, В.Ю. Хохлова, Г.В. Карандакова, М.О. Рюмшина, Н.Г. Ясера, М.Ф. Антоніка, Е.Є. Рубіна та багатьох інших) розглянуто і вирішено такі завдання:

- розроблено моделі безперервного навчання, математичні моделі і алгоритми прийняття рішень в безперервному навчанні;
- розроблено автоматизовані системи для організації документообігу та обліку кадрів, тощо;
- розроблено моделі поточного і середньострокового управління розвитком ВНЗ на основі ступеня забезпеченості ресурсами;
- розроблено інформаційну технологію СППР для вирішення завдання управління розвитком ВНЗ;
- проаналізовано існуючі методи управління і аналізу процесу підготовки фахівців;
- сформульовано постановку завдання кількісного оцінювання змісту і якості освіти на основі статистичних даних по успішності [2].

Разом з тим ще не існує інформаційно-аналитичних систем, автори яких пропонують використання моделей і методів, що дають змогу проаналізувати поточну ситуацію на ринку освітніх послуг і запропонувати стратегію розвитку ВНЗ.

### **Розроблення та дослідження моделей та методів управління ВНЗ**

Розроблення систем управління вищими навчальними закладами (ВНЗ) вимагає опису об'єкта управління, визначення основних факторів, що характеризують поточний стан, оцінювання цих факторів, створення механізмів розроблення стратегії та реалізації програм розвитку.

Отже, процес управління формуватиме кортеж таких ознак:

$$\langle Q, L, X, X', S, R, F(x), G(x) \rangle, \quad (1)$$

де  $Q$  – множина цілей (критеріїв);  $L$  – структура об'єкта управління;  $X$  – комплексне оцінювання параметрів стану;  $X'$  – масив альтернатив стану об'єкта відповідно до обраних критеріїв;  $S$  – множина альтернативних стратегій розвитку;  $R$  – ресурсне забезпечення та обмеження;  $F(x)$  – функції відображення;  $G(x)$  – функції пріоритету критеріїв за стратегіями.

Вирішення цих завдань супроводжується труднощами, визначеними особливістю об'єкта управління. До важливих характеристик для вирішення задач дослідження належать: складність опису процесів у строго формалізованому вигляді; комплексність показників, що входять у структуру об'єкта; ієрархічність структури об'єкта управління; дефіцит достовірної інформації; можливість агрегації результатів оцінювання за невеликою кількістю критеріїв; багатоваріантність процесу управління; значний вплив екзогенних факторів на управління; існування засобів інформаційного впливу та автоматизації процесу.

Першочерговим завданням під час розроблення систем управління ВНЗ є оцінювання поточного стану за напрямами діяльності та порівняння результатів з вимогами керівництва ВНЗ і держустанов. Комплексна оцінка повинна враховувати як результати аналізу внутрішнього стану, насамперед, на підставі оцінки внутрішніх ресурсів, так і результати виміру впливу зовнішніх факторів.

Множина частих критеріїв  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  оцінювання напряму діяльності за масивом факторів  $x_i \in X_i$ , які набувають значення з множини  $X_i$ ,  $i \in N$ , складають кортеж  $x_0 \in X_0$  комплексної (агрегованої) оцінки, котру знаходять відповідно до 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 СЕС одержав підхід, заснований на використанні дерева цілей. Кожний елемент (вершина) дерева поділяється на два фактори, тобто використовується так званий метод дихотомії. При цьому кожна пара елементів агрегується в елемент наступного (верхнього) рівня за допомогою логічних матриць згортання. Узагальненням чіткої матричної системи комплексного оцінювання є нечітка матрична система комплексного оцінювання, у якій оцінки за кожним із критеріїв є в загальному випадку нечіткими і агрегуються відповідно до чітких матриць згортання нечіткої інформації в нечітку інформацію.

Відповідно до отриманих в результаті агрегування за процедурою  $F(x)$ , що задає матриця згортання, нечітка оцінка  $\tilde{x}_0$  визначається функцією приналежності

$$m_{x_0} = \sup_{\{(x_1, x_2) | F(x_1, x_2) = x_0\}} \min \{m_{x_1}(x_1), m_{x_2}(x_2)\}, \quad x_0 = \overline{1,4}. \quad (2)$$

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

$$m_{x_0} = \sup_{\{x \in X' | F(x_1, x_2) = x_0\}} \min_{i \in N} \{m_{x_i}(x_i)\}, \quad x_0 = X_0. \quad (3)$$

Формули (2) и (3) дають можливість визначити комплексну оцінку поточного стану ВНЗ за допомогою дихотомічних матриць згортання відповідно до побудованого бінарного дерева комплексного оцінювання напряму діяльності на підставі цілей та критеріїв управління. Порівняння отриманих нечітких комплексних оцінок з вимогами (еталонами) ВНЗ до окремих напрямів, сформованими у масив  $x_E = (x_E^1, x_E^2, \dots, x_E^k)$ ,  $j = \overline{1, k}$  ( $k$  – кількість напрямів), вимагають розв'язання зворотної задачі комплексного оцінювання для напрямів з незадовільною оцінкою, яка полягає в знаходженні такої безлічі  $X(F_0) \in X'$  значень векторів показників, за якої діяльність за напрямом досягне заданої комплексної оцінки  $F_0$ , тобто  $X(F_0) = \{x \in X' | F(x) = F_0\}$ .

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

$$m_{x_i}^{\min}(x_i) = \sup_{\{x_0 \in X_0 | x_i \in \text{Pr } \rho_j X(x_0)\}} m_{x_0}(x_0), \quad x_i = X_i, i \in N. \quad (4)$$

де  $m_{x_0}(x_0)$  визначається (3).

Якщо незадовільна оцінка обумовлена скороченням внутрішніх ресурсів, необхідно виконати завдання щодо перевірки ефективності розподілу ресурсів, яка полягає в пошуку такого вектора ендогенних факторів, що приводив би до максимальної комплексної оцінки за умови обмеженості витрат.

$$F(x) \rightarrow \max_{\{x \in X^0 \mid c(x^0, x) \leq R\}} m_{\%}(x_0), \quad x_i = X_i, i \in N, \quad (5)$$

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

Внутрішні ресурси повинні забезпечити діяльність за усім комплексом напрямів діяльності, які складаються насамперед з навчальних програм підготовки студентів, наукової діяльності та інших видів активності. Керівництво ВНЗ 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  $F^*$  комплексної оцінки.

$$c(x^0, x) \rightarrow \min_{\{x \in X^0 \mid F(x) = F^*\}} \quad (6)$$

Задачі (5) і (6) можна розв'язувати з урахуванням невизначеності та ризику недосягнення відповідних значень показників.

Якщо ввести на безлічі  $X^0$  значень приватних критеріїв функціонал  $G(x_1, x_2)$ , що вказує «відстань» між векторами значень критеріїв, то у випадку монотонно неспадного за всіма змінними відображеннями  $F(x)$  можна визначати резерв

$$d(x_0) = x_0 - \arg \min_{x \in X(F(x^0))} G(x_0, x). \quad (7)$$

Поняття резерву дає змогу ввести визначення напруженого варіанта як такого вектора значень часткових критеріїв, що жодна з оцінок за жодним із цих критеріїв не може бути зменшена без зменшення комплексної оцінки. Робиться це в такий спосіб: якщо резерви (6) «незалежні», то облік взаємної залежності значень приватних критеріїв, що приводять до значення комплексної оцінки  $F_0$ , приводить до подальшого визначення безлічі напружених варіантів:

$$D(x_0) = \{x \in X^0 \mid F(x) = F_0 \text{ у } x^0 \text{ і } x^0 \in X(F(x^0))\}.$$

Маючи значення мінімальних функцій приналежності (4), що приводять до заданого нечіткого агрегованого результату, можна при відомому функціоналі витрат, визначеному на безлічі пар («початкових» і «кінцевих») функцій приналежності, шукати найдешевший варіант досягнення заданого нечіткого агрегованого результату з початкового стану, що описано також нечітким вектором оцінок за частковими критеріями.

Нечіткий резерв визначається такою нечіткою величиною:

$$d_{\bar{x}_i}(x_i) = m_{\bar{x}_i}(x_i) - m_{\bar{x}_i}^{\min}(x_i), \quad x_i = X_i, i \in N. \quad (8)$$

Якщо функції витрат монотонні за оцінками і значенням функції приналежності, а процедура агрегування не спадає за кожною з агрегованих оцінок, то дешевшими будуть комбінації оцінок часткових критеріїв, які мають мінімальні нечіткі резерви (8). З іншого боку, нечіткі резерви можна інтерпретувати як запас стійкості стану системи щодо зовнішніх збуджень або помилок оцінювання.

Використання наведених методик до екзогенних факторів дає можливість здійснити облік глобальних обмежень  $X_{\text{гл}}$  на значення часткових показників:  $x \in X^0 \cap X_{\text{гл}}$ . Такий підхід дає можливість оптимізації напрямів за критеріями «ефекту–витрат» на основі побудови мережі напружених (Парето-оптимальних) варіантів для напрямів діяльності ВНЗ.

Досвід розв'язання комплексу взаємопов'язаних задач потребує одночасного використання традиційних методів теорії управління та апарату штучного інтелекту, враховуючи невизначеність ситуації, яку можна апіорі задати з точності до вектора 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  $\Delta$  факторів  $x$ . Якщо ввести допуски  $\epsilon$  на значення  $F_p^x$ , ми отримаємо безліч нерівностей  $F_p^x(X^{(p)}, x, \Delta) \leq \epsilon$ , задача пошуку стратегії гарантованого результату в умовах обмежень та невизначеності зводиться до мінімаксової задачі математичного програмування, що отримали назву задач напівнескінченної оптимізації, розв'язання якої можна звести до такого вигляду:

$$I(\Delta) = \max_{x \in X'} \left\{ F_0(y, x, \Delta) : y \in S \right\} \rightarrow \min, \Delta \in G_n; \quad (9)$$

$$\Phi(\Delta) = \max_{x \in X'} \left\{ F(\tilde{x}_0, x, \Delta) : \tilde{x}_0 \in \tilde{X} \right\} \leq \epsilon, \quad (10)$$

$$\epsilon \geq \epsilon_{\min}^{(n)} = \inf \{ \Phi(\Delta) : \Delta \in G_n \} \quad (11).$$

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

Сучасні умови функціонування ВНЗ, обумовлені переходом від адміністративно-командної економіки до ринкової та значним скороченням бюджетного фінансування, потребують розроблення моделей формування стратегії розвитку ВНЗ 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 вектора 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 мінімізації часу досягнення необхідного значення комплексної оцінки.

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

Діяльність ВНЗ можна визначити як комплекс, який складається з  $k$  напрямів. Рівень розвитку  $k$ -го напрямку оцінюється на неперервній шкалі показником  $y(j) \in [0; 1]$ ,  $j \in K = \{1, 2, \dots, k\}$  – множини напрямів. Якщо задані:

- вектор початкових значень стану напрямів  $y^0_j \in [0; 1]$ ,  $j \in K$ ;
- закони динаміки ступенів розвитку:  $\dot{x}_j = f_j(y(t), x_j(t))$ ,  $j \in K$  (10), де  $y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$ ,  $x_j(t) \geq 0$
- значення ресурсного забезпечення  $k$ -го напрямку в момент часу  $t$ ;
- критерій  $G(y)$  ступеня розвитку ВНЗ загалом.

Відносно системи диференціальних рівнянь (8), таких що  $\forall j \in K, \forall y \in [0; 1]^k \forall x_j \geq 0$ , необхідно виконати такі умови:

1.  $f_j(y, 0) = 0$  – за відсутності ресурсного забезпечення розвиток напрямку неможливий;
2.  $f_j(y, x_j) \geq 0$  – результати діяльності за напрямками не втрачають свого значення;
3.  $\frac{\partial f_j(y)}{\partial y_j} \geq 0$ ,  $j \neq i$  – принцип комплексності розвитку – чим вищий рівень розвитку «сусідніх» напрямів, 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 вищий ступень розвитку кожного напрямку, тим вищий ступінь розвитку ВНЗ.

Вибравши фіксований горизонт планування (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 (8) динаміки ступенів розвитку за напрямками, можна розв'язати задачі планування розвитку ВНЗ відповідно до таких варіантів стратегії та оцінити рівень результату.

1. Якщо стратегія розвитку передбачає максимізацію ступеня розвитку ВНЗ до кінця планового періоду у межах існуючого ресурсного забезпечення, то задача оптимізації має такий вигляд:

$$G(y(T)) \rightarrow \max_{\mathfrak{A}(t), x \in X} . \quad (12)$$

2. Зворотна стратегія – досягнення заданого рівня розвитку ВНЗ  $G_0$  з мінімальними витратами ресурсного забезпечення. Якщо задано функціонал  $G(y)$ , то задача має вигляд

$$Q(x) \rightarrow \min_{\mathfrak{A}(t), x \in X, G(y) \geq G_0} . \quad (13)$$

3. Якщо за критерій ефективності прийняти час досягнення заданого рівня розвитку  $G_0$  для ВНЗ, то отримуємо задачу формування такої стратегії:

$$T \rightarrow \min_{\mathfrak{A}(t), x \in X, G(y(T)) \geq G_0} . \quad (14)$$

4. Стратегія рівномірного розвитку вирішується як:

$$G_{\min}(y) \rightarrow \min_{j \in K} \{y_j\} . \quad (15)$$

5. Якщо як стратегію розвитку ВНЗ використати пріоритетний критерій, задача має вигляд:

$$G_a(y) = \sum_{j \in K} a_j y_j , \quad (16)$$

де  $a_j > 0, j \in K$  – константи пріоритетів, такі, що  $\sum_{j \in K} a_j = 1$ . Отже,  $G \in [0; 1]^k \rightarrow [0; 1]$ .

Розв'язання задач підвищення якості управління розвитком ВНЗ передбачає можливість побудови ієрархії стратегій для моменту часу  $T$  та зміну під час планового періоду.

З використанням моделей (2) – (8) можна розв'язати прямі та зворотні задачі комплексного оцінювання для згортання двох дискретних показників. Тому логіка агрегації показників повинна мати вигляд бінарного дерева (мережі), орієнтованим графом без циклів  $(E, V)$ , де  $V$  – множина вершин, а  $E$  – множина дуг між вершинами.

Мережевою системою комплексного оцінювання можна вважати кортеж (рис. 1):

- 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 комплексного оцінювання за нечіткими значеннями параметрів, наявності мережі та матриць згортки знаходять, послідовно розраховуючи значення  $k$  проміжних критеріїв з використанням матриць згортання:

$$z = (x, y) \in Z' = X' \times Y', Y' = \prod_{l \in K} Y_l \quad (17).$$

Зворотну задачу (визначення оцінок за показниками для виконання вимог за напрямком) розв'язують за допомогою такого алгоритму:

0-й крок. Фіксуємо  $y_k \in Y_k$ . Визначаємо множину  $Z_k(y_k) := \{(x, y') \in Z' \mid y'_k = y_k\}$   $m$ -й крок ( $m = \overline{1, k}$ ).

$$Z_{k-m}(y_k) := \{(x, y') \in Z(y_k) \mid F_{k-m+1}(x_i)_{i \in P_{k-m}(y'_l)} \in Q_{k-m} = y_{k-m+1}\} \quad (18)$$

Алгоритм зупиниться через  $k$  кроків, результатом буде множина

$$X(y_k) = \text{Proj}_N Z_0(y_k) \subseteq X'.$$

Для визначення функції приналежності для нечіткого комплексного оцінювання буде використано таку формулу:

$$m_{\tilde{y}_j}(y_j) = \sup_{\{(x,y) \in Z' | F_j((x_j)_{j \in P_j}, (y_l)_{l \in O_j})\}} \min \left[ \min_{i \in P_j} \{m_{\tilde{x}_i}(x_i)\}, \min_{l \in O_j} \{m_{\tilde{y}_l}(y_l)\} \right], \quad (19)$$

де  $m_{\tilde{x}_i}(x_i)$  – функція приналежності нечіткої часткової оцінки  $\tilde{x}_i$ ,  $\tilde{y}_j$  – нечітка проміжна чи комплексна оцінка з функцією належності  $m_{\tilde{y}_j}(y_j)$ .

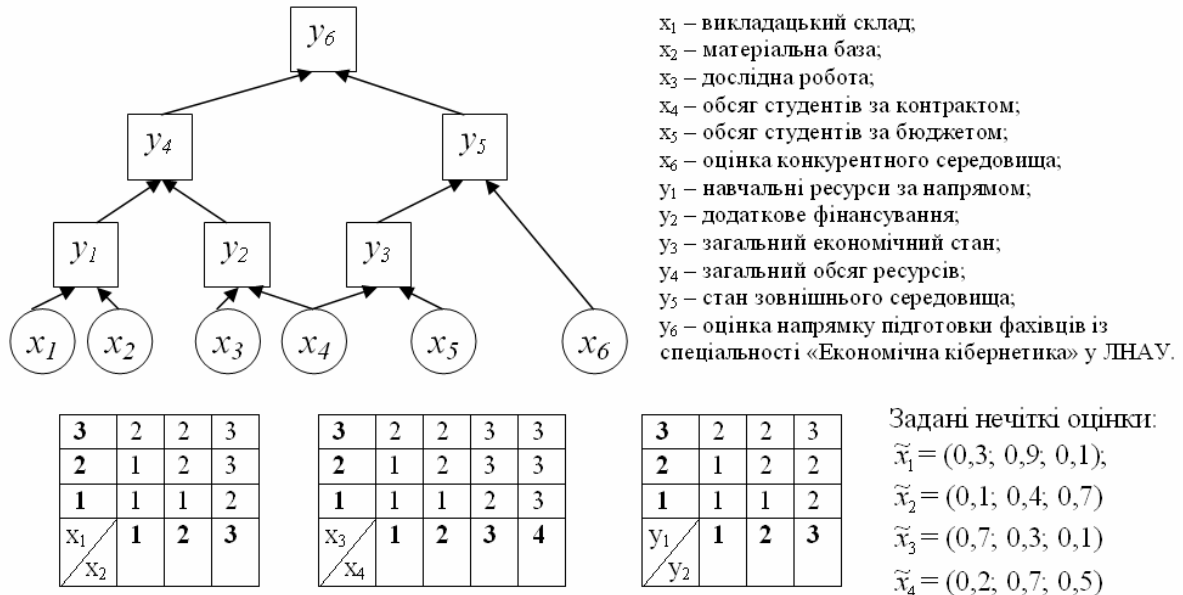


Рис. 1. Фрагмент мережевої системи комплексного оцінювання

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

Алгоритми оптимального розподілу ресурсів та визначення резервів будуються відповідно (6) – (8). Оцінка стану ВНЗ за всіма напрямками діяльності здійснюється за допомогою алгоритму напівнескінченної оптимізації з нечіткими оцінками. Для цього визначається вектор  $\Delta = (\Delta_i)$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $\Delta \in G_n$  та відповідні функції приналежності  $m_{\Delta_i}(\Delta_i)$ .

Формування загальної стратегії розвитку ВНЗ потребує оцінки стосовно альтернативних варіантів та побудови дерева цілей, за яким буде здійснюватися оптимізація. Найбільший інтерес в сучасних умовах викликає розв'язання найактуальнішої задачі (16), яка дає змогу акцентувати зусилля керівництва на розвитку найперспективніших напрямків. Якісні методи оцінювання альтернатив розроблені О.І. Ларичевим і можуть використатися в моделях лінійного упорядкування об'єктів на основі їхніх векторів переваг. Одним з таких методів, який може бути з успіхом застосований для вирішення завдання (16) із якісними змінними, є метод упорядкування багатокритеріальних альтернативних «ЗАПРОС» (Замкнуті Процедури в Опорних Ситуаціях), що передбачає такі процедури:

1. Формування критеріального опису альтернатив.
2. Формування відповідності базових і лінгвістичних шкал оцінки критеріїв.
3. Формування опорних (еталонних) ситуацій у вигляді векторних оцінок та їхнє порівняння.
4. Упорядкування векторних оцінок альтернатив.

Результати оптимізації для незв'язаних напрямків за допомогою рівнянь Бернуллі мають вигляд набору логістичних кривих, наведених на графіках (рис. 2).

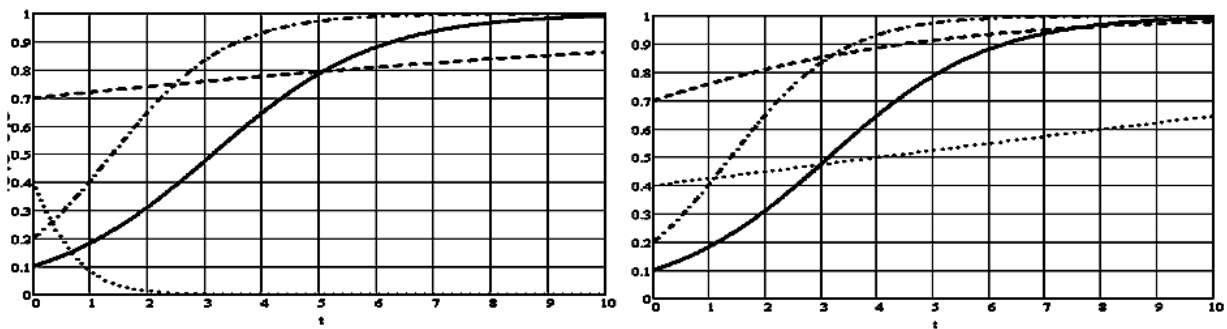


Рис. 2. Результати оптимізації для незв'язаних напрямків

Використання методів нечіткої логіки та теорії множин, агрегованих оцінок надають можливість розробити математичні моделі формування стратегій розвитку ВНЗ. Апарат диференціальних рівнянь враховує взаємозв'язок різноманітних напрямів діяльності навчального закладу на рівнях ресурсного балансу, результативності та ефективності. Моделі, розроблені в процесі наукового дослідження, практично застосовуються в інформаційно-аналітичній системі ВНЗ.

### Сучасні засоби моделювання інформаційного забезпечення об'єкта проектування

Донедавна проектували ІЗ переважно на інтуїтивному рівні із застосуванням неформалізованих методів, заснованих на вмінні, практичному досвіді, експертних оцінках і дорогих експериментальних перевірках якості функціонування ІАС. Крім того, в процесі створення і функціонування ІЗ інформаційні потреби користувачів можуть змінюватися або уточнюватися, що ще більш ускладнює розроблення і супровід таких систем [3].

Ручне розроблення зазвичай породжувало такі проблеми:

- неадекватна специфікація вимог;
- нездатність виявляти помилки в проектних рішеннях;
- низька якість документації, що знижує експлуатаційні якості;
- затяжний цикл і незадовільні результати тестування.

У 70-ті і 80-ті рр. для розроблення інформаційних систем застосовували структурну методологію, що надає в розпорядження розробників строгі формалізовані методи опису інформаційного забезпечення (ІЗ) і ухвалення технічних рішень. Вона заснована на наочній графічній техніці: для опису різного роду моделей ІЗ використовуються схеми і діаграми. Наочність і строгість засобів структурного аналізу давала змогу розробникам і майбутнім користувачам системи із самого початку брати неформальну участь в її створенні, обговорювати і закріплювати розуміння основних технічних рішень.

Під терміном CASE-засоби розуміють програмні засоби, що підтримують процеси створення і супроводу інформаційного забезпечення ІАС, зокрема аналіз і формулювання вимог, проектування прикладного програмного забезпечення (додатків) і баз даних, генерацію кодів, тестування, документування, забезпечення якості, конфігураційне управління і управління проектом, а також інші процеси. CASE-засоби разом з системним програмним забезпеченням і технічними засобами утворюють повне середовище розроблення інформаційних систем [4].

Сучасні CASE-засоби охоплюють обширну область підтримки численних технологій проектування: від простих засобів аналізу і документування до повномасштабних засобів автоматизації, що охоплюють весь життєвий цикл програмного забезпечення.

При цьому великого значення набувають методи візуального представлення інформації. Це припускає побудову структурних або інших діаграм у реальному масштабі часу, використання багатоманітної палітри кольорів, наскрізну перевірку синтаксичних правил. Графічні засоби моделювання наочної області дають змогу розробникам у наочному вигляді вивчати наявну ІС, перебудувати її відповідно до поставлених цілей і наявних обмежень.



У розряд CASE-засобів потрапляють як відносно дешеві системи для персональних комп'ютерів з вельми обмеженими можливостями, так і дорогі системи для неоднорідних обчислювальних платформ і операційних середовищ. Так, сучасний ринок програмних засобів налічує близько 300 різних CASE-засобів, найпотужніші з яких так чи інакше використовуються практично всіма провідними західними фірмами [5].

У основу проектування ІЗ покладено моделювання наочної області. Для того, щоб отримати адекватну модель наочної області, необхідно мати цілісне, системне представлення моделі, яке відображає всі аспекти функціонування майбутньої ІАС. При цьому під моделлю наочної області розуміють деяку систему, що імітує структуру або функціонування досліджуваної наочної області і відповідає основній вимозі, – бути адекватною цій області.

Попереднє моделювання наочної області дає змогу скоротити час і терміни проведення проектувальних робіт і отримати ефективніший і якісний проект. Без моделювання наочної області є велика ймовірність появи багатьох помилок під час вирішення стратегічних питань, що призводить до економічних втрат і високих витрат на подальше перепроєктування системи. Внаслідок цього всі сучасні технології проектування ґрунтуються на використанні методології моделювання наочної області.

До моделей наочних областей висувають такі вимоги:

- формалізація, що забезпечує однозначний опис структури наочної області;
- зрозумілість для замовників і розробників на основі застосування графічних засобів відображення моделі;
- реалізованість; мається на увазі наявність засобів фізичної реалізації моделі наочної області;
- забезпечення оцінки ефективності реалізації моделі наочної області на основі певних методів і обчислюваних показників [6].

Case-засіб Sybase Power Designer 12.0 є унікальним середовищем моделювання і проектування сучасних бізнес-застосувань, що об'єднує одночасно засоби аналізу і моделювання бізнес-процесів, структур баз даних, об'єктно-орієнтованого моделювання на базі uml-діаграм, а також включає моделі вимог (Requirement Model) і реляційних потоків даних (Liquidity Model) [7]. За допомогою Power Designer 12.0 було розроблено концептуальну модель наочної області ІЗ для ІАС.

Модель інформаційного забезпечення ІАС розроблена на базі Луганського національного аграрного університету та здобула практичне застосування для вирішення питань збереження та аналізу різноманітної інформації делового характеру.

### **Реалізація аналітично-інформаційної системи ВНЗ**

Для ІАС вищого навчального закладу необхідно розробити базу даних, що забезпечуватиме можливість не лише постійної модифікації даних, але й також отримання інформації, необхідної для управління всією організацією та навчальним процесом в умовах постійної конкуренції ВНЗ на регіональному рівні. Отже, досягнуто мети стратегічного управління ВНЗ на перспективу, ефективного реагування, врахування внутрішніх та зовнішніх впливів на ВНЗ як на соціально-економічну систему.

Таке завдання зараз вирішується у Луганському національному аграрному університеті шляхом перетворення дрібних баз даних, що заповнюються у деканатах факультетів, відділі кадрів та інших підрозділах на загальну базу даних, що має однорідну розподілену структуру. Об'єднанням інформації отримують статистичні дані та удосконалюють принципи функціонування і структуру управління для забезпечення конкурентоспроможності і перспективного розвитку ВНЗ.

На рис. 3 наведено запропоновану функціональну структуру розподіленої інформаційно-аналітичної системи університету, що використовує дані з розрізнених джерел: АРМ Абітурієнт, АРМ Бухгалтерія, АРМ деканат та баз даних. Інформація агрегується у метадані та аналізується.

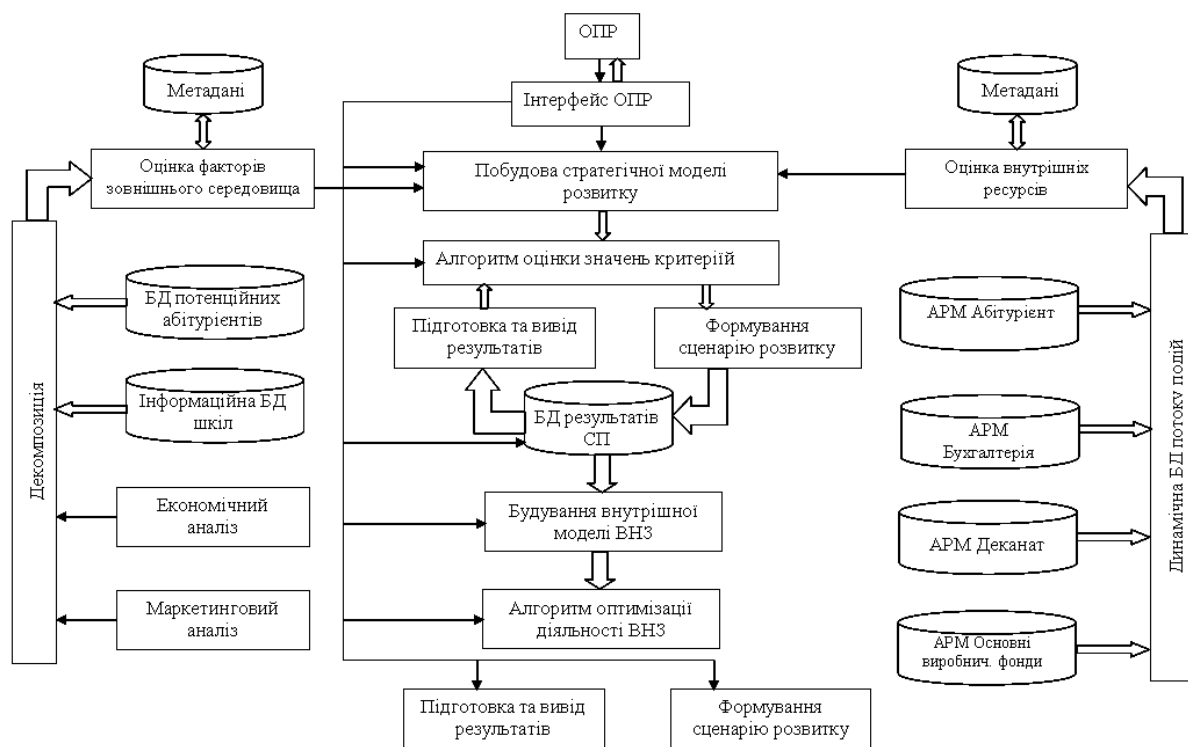


Рис. 3. Функціональна структура розподіленої інформаційно-аналітичної системи ВНЗ

Розрізнені бази даних знаходилися під управлінням Microsoft Access 2003, тому у процесі перетворення було вирішено не змінювати системи управління та приділити увагу розробленню коректної моделі, що б запобігало дублюванню інформації. На основі концептуальної моделі наочної області засобами Power Designer 12 згенеровано фізичну модель бази даних, що використовує типи даних обраної настільної СУБД. У ІАС реалізовано розроблені моделі та алгоритми управління розвитком ВНЗ. Інтерфейси реалізовано засобами Code Gear Rad Studio 2009 та СУБД Microsoft Access 2003.

### Висновок

У науковому дослідженні розв'язано актуальну науково-практичну задачу розроблення моделей та інформаційної технології для динамічної задачі управління розвитком соціально-економічних систем на прикладі вищого навчального закладу. Розроблено математичні моделі інформаційного забезпечення інформаційно-аналітичної системи з формування стратегії розвитку ВНЗ.

ІАС, розроблені у межах дослідження, була апробована та набула практичного використання у ВНЗ. Використання методів нечіткої логіки, напівнескінченної оптимізації, комплексного оцінювання факторів та методу упорядкування багатокритеріальних альтернатив для аналізу соціально-економічних систем має наукову новизну та практичну цінність.

1. Новиков Д.А. Введение в теорию управления образовательными системами. – М.: Эгвес, 2009. – 156 с.
2. Шкандыбина Т.В. Анализ существующих автоматизированных систем управления учебными заведениями / Т.В. Шкандыбина, М.А. Руденко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2007. – Ч. 2, №4 (110). – С. 181–186.
3. Татарчук М.І. Корпоративні інформаційні системи: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2007. – 291 с.
4. Чубукова І.А. Data Mining. – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2008. – 382 с.
5. Гайна Г.А. Основи проектування баз даних. – К.: Кондор, 2007 – 208 с.
6. Попов А.А. Построение систем обработки данных. – М.: Радио и связь, 1993. – 142 с.
7. Краморенко В.В. Організація баз даних та знань: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2007. – 215 с.