

УДК324.021

DOI: 10.31891/2307-5740-2020-278-1-23

ХОРОЛЬСЬКИЙ В. П.,  
ХОРОЛЬСЬКИЙ К. Д.

Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, м. Кривий Ріг

РЯБИКІНА К. Г.

Криворізький національний університет

## УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЯМИ ЗРОСТАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕРИТОРІЇ З ТЕХНОГЕННИМ ЗАБРУДНЕННЯМ

Запропоновано систему інтегрованого управління групою підприємств гірничо-металургійного кластеру промислового комплексу України. Визначено множини станів економічного розвитку підприємства; допустимих управлінських впливів й ресурсів; вплив конкурентів та траєкторію руху вихідних показників. Сформульовано загальну задачу управління економічним розвитком підприємства з розпізнаванням ситуацій та визначено задачі прийняття рішень, які забезпечують підприємству виживання, стабільність, захист від зовнішніх погроз та інноваційно-інтелектуальний розвиток. Сформульовано основне завдання системи економічного розвитку підприємства з підсистемою економічної безпеки: при заданому значенні компонент інноваційного розвитку підприємства до 2030 року потрібно розробити такі захисні заходи, виконання яких в інтервалі часу можливих І-АБО реальних зовнішніх й внутрішніх негативних впливів виведуть систему на оптимальну траєкторію розвитку.

Ключові слова: технологія зростання, інтелектуальна система, прийняття рішень, експертна оцінка, управління, траєкторія розвитку.

KHOROLSKY V.,  
KHOROLSKY K.

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih

RYABYKINA K.

Kryvyi Rih National University

## MANAGEMENT OF TECHNOLOGIES OF GROWTH OF ENTERPRISES OF THE MINING-METALLURGY COMPLEX OF THE TERRITORY WITH TECHNOGENIC POLLUTION

The article offers a system of integrated management of an enterprise of mining-metallurgical and mechanical engineering clusters of Ukraine's industrial complex. The article proves that to identify complex dynamic production processes and make decisions on strategic development of enterprises of the clusters up to 2030 fuzzy set mathematics should be applied. There are designed management models with parameters relevant for economic stability and economic crisis periods. The authors determine a set of an enterprise's economic development states, admissible managerial impacts and resources, impacts of competitors and a trajectory of base value movements. There are singled out two images of economic development – SSED and SEC situations, and indexes of innovative development of enterprises of the cluster. The article states a general task of an enterprise's economic development with identification of situations, determines tasks on making decisions that provide survival, stability, external threat protection and innovative-intellectual development of an enterprise. The following key requirements to designed management systems are considered: functioning in the real time mode; performing expert assessment of fuzzy information and monitoring political, economic, environmental, energy, social, technological and technogenic components of input and output variable vectors; analyzing institutional relations of enterprises with local authorities, organizations, stakeholders and consumers. The article determines conditions of continuous adaptation of enterprises to changes in the external environment and team work of managers as well as designs technologies of managers' interaction with modern communication, information protection, intellectual, production processes management, dialogue, production quality, foreign economic activity management and product sales systems as well as expert systems of situation management. The article substantiates methods of cash flow management in periods of stable economic growth with the help of ERP systems in business processes. Also, there are suggested principles of correcting the trajectory of the system's motion to its monetary goals during economic crisis and high inflation periods applying the integrated development (ID) index. The article defines a major task of the enterprise's economic development system with the economic security subsystem. At the pre-designed value of components of the enterprise's innovative development up to 2030 the protective measures should be designed which, within a certain period of time and under possible and/or real external and internal negative impacts, will place the system in the optimal development trajectory. The scientific novelty of the obtained results consists in solution of the scientific and practical task of increasing efficiency of integrated management systems with a built-in economic security system by assessment of economic hazards and the dialog mode of communication with a decision maker (DM).

Key words: economic security, intellectual system, decision making, information protection, expert assessment.

**Постановка задачі.** Необхідність розробки стратегії виживання підприємств України до 2020 р. тісно пов'язана з трансформаційними періодами їх євроінтеграції та концепціями цифрового управління. Промисловий комплекс України та його мінерально-сировинний комплекс з гірничо-металургійним кластером (підприємства групи «Метінвест») працює в умовах високої конкуренції з боку РФ, спаду внутрішнього попиту на його продукцію й зниження вартісних показників імпорту продукції на ринках ЄС та Китаю.

Мета сталого розвитку вітчизняного гірничо-металургійного кластеру полягає у забезпеченні збалансованого (видобутку корисних копалин залізорудної продукції і обсягами їх споживання) підвищення ефективності та економічної віддачі гірничодобувної промисловості [1].

Забезпечити стале зростання доданої вартості гірничо-металургійного кластеру до 2030 року можливо за рахунок стратегії інноваційного інтелектуального розвитку на основі комплексного підходу та впровадження інноваційних технологій на всіх стадіях виробництва продукції від видобутку сировини до одержання продукції світового рівня [2]. Для цього підприємства гірничо-металургійного кластеру повинні впроваджувати: новітні технології промислового інтернету [3]; інтелектуальні системи управління [4]; цифровий капітал у вигляді сучасних програмних продуктів систем ERP, CRM, SCM, PLM, SCADA, MES [3] безпечних комп'ютерних мереж та систем захисту підприємств від кібератак, вбудованих в інтелектуальні системи управління підприємством з підсистеми економічної безпеки.

Отже питання виживання й інноваційного розвитку підприємств в умовах трансформаційних етапів їх євроінтеграції з концепціями економічної безпеки є актуальними і набувають важливого значення при проектуванні сучасних систем управління на базі збалансованих показників ефективності.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Дослідженням проблем сталого розвитку України та її промисловості присвятили свої наукові праці О.І. Амоша [5], Б.Є. Потон [6], М.З. Згурівський [7], Ю.М. Харазішвілі, В.І.Ляшенко [8], та зарубіжні науковці: Д. Хан, Х. Хунгбер [9], Р. Грант [10] та ін.

В наукових працях цих авторів поняття сталого розвитку підприємств розглянуто з позиції стаціонарного процесу моделювання. В умовах змін політичної ситуації в Україні в 2013–2016 років, такі процеси потрібно описувати більш складними нечіткими моделями управління з врахуванням інтелектуалізації та концепцій економічної безпеки.

**Невирішені питання.** Незважаючи на вагомий науковий доробок українських вчених у сфері розроблення систем управління підприємствами на основі концепції інноваційного розвитку, на наш погляд, євроінтеграційні процеси вимагають додаткових досліджень щодо удосконалення систем захисту інформації від кібератак і проникнення конкурентів. Відсутність досліджень щодо порівняння інтегральних показників сталого і кризового періодів розвитку підприємств також вимагає від науковців розробки моделей і алгоритмів обчислення нечітких відношень та ідентифікації ситуацій. Заслужують на увагу науковців і методи прийняття управлінських рішень й оцінки ризиків підприємств які розташовані на територіях з техногенним тиском.

Підсистеми економічної безпеки таких підприємств повинні проводити моніторинг не лише показників збалансування, а головне контролювати систему інформаційного забезпечення і захисту інформації, захищати системи від проникнення конкурентів в бази даних, бази знань тощо.

На наш погляд, потребують подальших досліджень методичні аспекти оцінювання кризових станів з прогнозуванням наслідків криз, аварійних ситуацій, технологічно-техногенних явищ та їх вплив на стратегію сталого розвитку підприємства до 2030 року.

**Метою статті** є подальший розвиток теоретичних основ інтелектуального управління підприємством, виживання якого в умовах криз і високої інфляції можливе за рахунок упровадження технологій цифровізації.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Інтегроване управління підприємством в умовах нечіткої інформації про політичну, економічну, екологічну, енергетичну, соціальну і технологічно-техногенну складові векторів вхідних і вихідних змінних і його інституційних зв'язків з організаціями, заводами, споживачами залежить від компетенції команди менеджерів працювати з інтелектуальними системами: управління виробничими процесами, діалоговими, експертними, якістю продукції; управління зовнішньо-економічною діяльністю й прийняття рішень та оптимізації виробничих процесів і збуту продукції.

Ключовою вимогою до таких систем є спроможність приймати рішення в реальному часі, адаптуватися до умов невизначеності зовнішнього середовища, оцінюючи ситуації й прогножуючи їх розвиток.

Виникає задача ідентифікації складних динамічних процесів управління підприємством й прийняття рішень щодо стратегічного розвитку до 2030 року в умовах криз і трансформації в євроінтеграційний простір.

У процесі побудови математичних моделей розпізнавання економічних спадів (реcesій), кризових ситуацій, техногенних криз, орієнтованих на задачі управління підприємством в періоди сталого розвитку та кризових явищ, авторами статті використано теорію нечітких множин [11], методи прийняття нечітких рішень [12], теорію графів для рішення задач квазіструктурованих задач управління [13], а також методи опису захисту територій в період надзвичайних ситуацій [14], моделювання систем підтримки прийняття рішень на основі прецедентів [15].

Нехай компоненти економічного розвитку підприємства характеризується сукупністю  $\sum$  відкритих класифікаційних групувань виду:

$$\sum = \langle V, X, Z, S, T \rangle, \quad (1)$$

де

$$V = \bigcup_{\gamma} \bigcup_{\chi} V_{\gamma}^{\chi} \quad (2)$$

$$X = \bigcup_{\alpha} \bigcup_{\varepsilon} X_{\alpha}^{\varepsilon} \quad (3)$$

$$Z = \bigcup_{\beta} \bigcup_{\nu} Z_{\beta}^{\nu} \quad (4)$$

$$S = \bigcup_i S_i \quad (5)$$

$$T = \bigcup_j T_j \quad (6)$$

В цих рівняннях прийняті наступні позначення  $\bar{V}_{\gamma}^{\chi} = \bar{V}_1, \bar{V}_2, \bar{V}_3, \dots, \bar{V}_n$  – параметри, що визначають джерела постійних аварій, аварійних ситуацій в операційній системі виробництва продукції. До них віднесемо природні джерела аварійних ситуацій і аварій  $\bar{V}_1$ , техногенні  $\bar{V}_2$ , екологічні джерела  $\bar{V}_3$ , соціальні  $\bar{V}_4$ . Звернемо увагу, що кожна із складових  $V_1, V_2, V_3, V_4$  – це багатовекторна система, яка в свою чергу залежить від інших змінних параметрів. Покажемо це на прикладі соціальних чинників виникнення економічних погроз з боку зовнішнього оточення [9, 10].

Соціальні чинники  $V_4$  є результатом взаємовпливу економічних, політичних, психологічних і інших факторів. Серед крайніх проявів соціальних конфліктів та їх впливу на економічний стан розвитку підприємства виділимо:  $V_4^1$  – страйки,  $V_4^2$  – міграцію,  $V_4^3$  – прояви рейдерства,  $V_4^4$  – масові захворювання,  $V_4^5$  – терористичні акти,  $V_4^6$  – корупцію. [7]

Під чинником  $X_{\alpha}^{\varepsilon}$  будемо розуміти енергетичну компоненту підприємств. Під чинником  $Z_{\beta}^{\nu}$  будемо розуміти інтелектуальну складову управління підприємствами, цифровими активами, ресурсами, а також стратегією розвитку підприємства. Під чинником  $S_i$  будемо розуміти ситуації, що визначають виробничу компоненту, портфельну і подібні ситуації реалізації продукції та їх оновлення. За часовою ознакою  $T_j$  будемо оцінювати в реальному масштабі часу кризові, передкризові, несприятливі, нестабільні та стабільні періоди роботи підприємства.

Формалізований опис процесів економічного розвитку підприємства (ЕРП) оснований на встановленні, системоутворюючих, причинно-наслідкових зв'язків між компонентами, що визначають стан підприємства. Оскільки каузальні зв'язки в ЕРП призводять до зміни стану і властивостей взаємодіючих компонентів використаємо для їх опису метод аналогій і прецедентів (CBR-Case-BasedReasoning) [14].

Цей метод використовують в динамічних інтелектуальних системах (ІС); в системах експертного діагностування, інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень (ІСППР); й системного навчання та задачах прогнозування, пошуку рішень в мало вивчених предметних областях (корупція, кібератаки тощо).

Прецедентний підхід дозволяє спростити процес прийняття рішень в умовах часових обмежень (розпізнавання аварійних, техногенних й аномальних ситуацій) та при наявності різного роду невизначеності зовнішнього середовища. Прецедент у подальшому визначається як випадок – подія, яка виникає під дією взаємно обумовлених зовнішніх й внутрішніх факторів.

Під подією будемо розуміти стрибкоподібну зміну стану та властивостей тої чи іншої компоненти при якому вона переходе в якісно нову ситуацію розвитку. Кожна подія проходить під дією взаємно обумовлених зовнішніх і внутрішніх факторів. Результати впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на економічні компоненти проявляються у вигляді прецедентів, які впливають на розвиток ЕРП. Кожний із цих прецедентів реалізує визначний казуальний зв'язок між станом, причиною і одним із можливих станів – наслідків взаємодіючих компонент.

При причинно-наслідковому підході процеси аналізу економічного розвитку в загальному виді представимо у вигляді орієнтованого мультиграфа  $\Sigma = (C, P)$ , в якому множена вершин  $C$  відповідає стану складових ЕРП компонентів, а множена дуг  $P$  – прецеденти (події), що виникають при зміні цих станів [11].

Відповідно до (1) складові ЕРП утворюють взаємозалежну триаду  $C = \{ V, X, Z \}$ , де  $V = \bigcup_{\gamma} V_{\gamma}$  – множини чинників аномальних впливів на підприємство;  $X = \bigcup_{\alpha} X_{\alpha}$  – множина параметрів підприємства на які впливають зовнішні фактори;  $Z = \bigcup_{\beta} Z_{\beta}$  – множина ресурсів захисту від впливу техногенних небезпек і

аварій на виробничий процес: фінанси, ліквідність, портфель замовлень, конкурентоспроможність продукції тощо.

Зміна стану вказаних компонент проходить під дією зовнішніх і внутрішніх факторів  $P = \{U, R\}$ , де  $U$  – множина управлінських рішень, які ідентифікують позитивні результати роботи підприємства;  $R$  – ризики, що можуть виникнути при неврахуванні впливу зовнішнього середовища на роботу (вихідні показники) підприємства.

При цьому важливу роль відіграє експертна оцінка ситуацій зі створенням оперативних баз даних (ОБД), нормативної бази даних (НБД), оперативної бази знань (ОБЗ).

На першому етапі моделювання експерти  $1...n$  створюють модель знань експертної системи управління (ЕСУ), базу прецедентів та оперативних баз даних (ОБД), нормативної бази даних (НБД), оперативної бази знань (ОБЗ), структуруються фактори, що визначають фактори розвитку системи ЕРП в аварійних, аномальних і надзвичайних ситуаціях.

Шляхом вивчення внутрішнього і зовнішнього оточення виробничої системи, виявляємо альтернативні джерела  $V_T$  для кожного із сценаріїв розвитку підприємства, оцінюємо потенційно слабкі сторони і погрози, розраховуємо фінансові ресурси (оцінюють поріг ліквідності) і розраховують ризики. Після цього оцінюють траєкторію виробництва продукції і час виконання „портфеля” замовлень.

Переходи компонент економічного розвитку підприємства з одного стану в інший викликані внутрішніми факторами  $Q^S$

$$Q^S : V_\gamma \rightarrow \bigcup_{\rho} V_\gamma^\rho \quad (7)$$

Потім визначаємо альтернативні стани вихідних (вхідних) потоків грошей. Якщо топ-менеджерами прийнята стратегія сталого розвитку підприємства, то необхідно проаналізувати наступні випадки: високої (стабільної) ліквідності підприємства; заданої ліквідності підприємства; порогової ліквідності підприємства; аномальної (кризової) ліквідності підприємства.

На цьому етапі для мінімізації витрат розробляються сценарії, які дозволяють вивчити альтернативну групу ресурсів і заходи, які не дозволяють конкурентам захопити підприємство, перекупити акції тощо.

Створення альтернативних угруповань ресурсів проходить під дією внутрішніх факторів  $F^\theta$

$$F^\theta : Z_\beta^\sigma \rightarrow \bigcup_{\theta} Z_\beta^\theta \quad (8)$$

І нарешті, визначаються результуючі альтернативні стани об'єкту досліджень при різних варіантах оцінки ЕРП і забезпечення їх ресурсами.

Підприємство тоді стабільно працює, коли вхідні і вихідні координати (потоки грошей, продуктивність, якість продукції) при взаємодії із зовнішніми факторами мають інноваційні результати у вигляді нових інноваційних продуктів  $M^\theta$

$$M^\theta : Z_\beta^\theta \times X_\alpha^{\sigma_i} \rightarrow \bigcup_{\nu} X_\alpha^{\theta\nu} \quad (9)$$

Таким чином, в результаті описаної трьох етапної процедури формуємо модель прецедентів розвитку ЕРП у вигляді орієнтованого мультиграфа із логікою вхід-вихід типу I-АБО. В цьому випадку модель розвитку ЕРП дозволяє розглядати управління корпоративним підприємством як таке, в якому використовуються каузальні зв'язки, які забезпечують перехід параметрів, що визначають траєкторію роботи підприємства в області оптимальних (раціональних) параметрів управління.

Звідси сформулюємо основне завдання системи економічного розвитку підприємства з підсистемою економічної безпеки: при заданому стані компонент інноваційного розвитку підприємства до 2030 року потрібно розробити такі захисні заходи, виконання яких в інтервалі часу можливих або реальних зовнішніх або внутрішніх негативних впливів виведуть систему на траєкторію оптимального рівня розвитку [9].

За рахунок постійного моніторингу зовнішнього середовища ЕСУ, використовуючи моделі знань і базу прецедентів (БП) за слабкими сигналами розпізнає аварійні, аномальні, техногенні впливи.

Оскільки функціонування підприємств, розташованих на території з техногенним тиском, розглядається як складний процес зміни їх станів, то функціональну модель представимо у вигляді:

$$\Sigma = (T, X, U, Y, H, G), \quad (10)$$

де  $T$  – множина моментів часу;  $X$  – множина вхідних станів;  $U$  – множина допустимих управлінських впливів;  $Y$  – множина вихідних величин;

$H : T \times X \times U \rightarrow X$  – оператор переходу системи із сталого розвитку в аномально небезпечний стан;  
 $G : T \times X \times U \rightarrow Y$  – оператор виходів системи.

В кожний момент часу  $t \in T$  стан системи  $X_t \in X$ ,  $Y_t \in Y$ ,  $U_t \in U$  ми можемо представити у вигляді векторів стану економічного розвитку підприємства: ЕН (економічного небезпечного стану) і ЕСС – економічного стабільного стану:

$$\bar{X}_{EH} = (\bar{X}_{1EH}, \dots, \bar{X}_{nEH}) \quad (11)$$

$$\bar{X}_{ECC} = (\bar{X}_{1ECC}, \dots, \bar{X}_{nECC}) \quad (12)$$

Множину альтернативних станів ЕРП корпоративного підприємства  $X_{E\beta\alpha}$  на інтервалі часу  $T$  позначимо через  $X_{\alpha T}$ . Тоді фазовим простором системи є:

$$X_T = T_{IT} \times \dots \times X_{E\beta\alpha} \times \dots \times X_{nT} \quad (13)$$

Множину допустимих управлінських впливів  $\bar{U}$  пов'яжемо з наявними ресурсами  $Z$ , які утворюють вектор:

$$Z_t = (Z_{1t}, \dots, Z_{\beta t}, \dots, Z_{mt}) \quad (14)$$

Позначимо  $Z_{\beta T}$  – множина альтернативних станів кожного ресурсу  $Z_{\beta t}$  на інтервалі  $T$ . Тоді множини:

$$Z_T = (Z_{1T} \times \dots \times Z_{\beta T} \times \dots \times Z_{mT}) \quad (15)$$

представляють собою простір заходів, щодо стратегії інноваційного розвитку підприємства.

Вплив конкурентів оцінимо в момент часу  $t \in T$  шляхом утворюючого вектора:

$$V_t = (\bar{V}_{1t}, \dots, \bar{V}_{\gamma t}, \dots, \bar{V}_{qt}) \quad (16)$$

Вихідні величини  $Y_t \in Y$ , що характеризують функціонування системи в кожний момент часу  $t \in T$ , утворюють вектор характеристик:

$$Y_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{\beta t}, \dots, Y_{pt}) \quad (17)$$

Оператор переходів  $H$  визначає траєкторію руху системи у фазовому просторі  $\bar{X}_T$  залежно від ресурсів  $Z_T$  і  $U_T$ , тобто  $H = M \times W$ .

Вказані впливи рівно направлені. Тому в просторі  $\bar{X}_T$ ,  $\bar{Y}_T$ ,  $\bar{U}_T$ ,  $\bar{Z}_T$  будемо розпізнавати два образи економічного розвитку: ЕК – економічної кризи і ЕСС – економічного стабільного стану.

Область параметрів (гіперповерхність)  $\{\bar{X}_{EH}\}$ , якій відповідає ЕК будемо ідентифікувати так:

$$W : X_T \times V_T \rightarrow X_T^{\omega} \quad (18)$$

Область параметрів (гіперповерхність)  $\{\bar{X}_{ECC}\}$ , якій відповідає ЕСС будемо ідентифікувати в просторі захисних заходів виду:

$$M : X_T \times Z_T \rightarrow X_T^{\nu} \quad (19)$$

Тоді функціонування системи в період  $T$  економічної кризи буде ефективним, якщо захисні заходи будуть такими, що ситуації з виникненням погрози з боку конкурентів і інших власників (за рахунок перекупки малих та середніх пакетів акцій, судових позивів) не дадуть змогу перевести систему в небажаний стан:

$$M : X_T^{\omega} \times X_T \times V_T \rightarrow X_T^{\xi} \quad (20)$$

Оператор  $M$  в (20) реалізується в системі інтелектуального управління як логічно взаємопов'язана система захисних заходів, що виконується ресурсами  $Z_T$ , а експертна система управління з підсистемою економічної безпеки не дозволяє втручання конкурентів із зовні.

Управління цими заходами (ресурсами) повинно формувати таку траєкторію виробництва продукції, яка забезпечує цільові значення ліквідності підприємства  $L_T$  на обмеженому інтервалі  $T$ . Ефективність управління в ситуації ЕК, що характеризується оператором  $M$ , залежить від вміння топ-менеджерів упереджено реагувати на зміни зовнішнього і внутрішнього оточень або своєчасно розпізнати погрози з боку конкурентів, які розробили інноваційну продукцію європейського рівня.

Стан економічного розвитку підприємства в часі  $T$  будемо розглядати як множину станів.

Розіб'ємо цю множину за період інтервалу  $T = [t_0, t_H]$  на наступну підмножину:

$[t_1, t_u] \in T_u$  – кризовий період економічного розвитку підприємства (2014–2016 рр);

$[t_2, t_k] \in T_k$  – період економічного розвитку підприємства після кризового стану підприємства (2016–2017 рр).

$[t_3, t_p] \in T_p$  – період економічного розвитку підприємства (до 2020 р.);

$[t_4, t_N] \in T_N$  – інноваційно-інтелектуальний період економічного розвитку підприємства (2020–2030 рр);

Використовуючи введені поняття і позначення, можна представити показники, що характеризують інноваційний розвиток підприємства наступними векторами:

а) показники позитивних (базисних) станів:

– інвестиційних ресурсів  $I_R = (I_{T_1}^V, I_{T_2}^\sigma, I_{T_3}^\theta)$ ;

– активів підприємства  $A_R = (A_{T_1}^V, A_{T_2}^\sigma, A_{T_3}^\theta)$ ;

– цінності капіталу  $C_R = (C_{T_1}^V, C_{T_2}^\sigma, C_{T_3}^\theta)$ ;

– виплати дивідендів  $D_R = (D_{T_1}^V, D_{T_2}^\sigma, D_{T_3}^\theta)$ ;

– заробітної плати топ-менеджерів  $Z_R = (Z_{T_1}^V, Z_{T_2}^\sigma, Z_{T_3}^\theta)$ ;

– якості життя службовців  $Q_R = (Q_{T_1}^V, Q_{T_2}^\sigma, Q_{T_3}^\theta)$ .

б) показники нормативних станів:

– інвестиційної активності, використання інвестиційних ресурсів в динаміці;

$$I_R(t) = \left\{ I_{T_1}^V(t), D_{T_2}^\sigma(t), D_{T_3}^\theta(t) \right\}$$

– вихідного потоку грошей  $P_R(t) = \left\{ P_{T_1}^V(t), P_{T_2}^\sigma(t), P_{T_3}^\theta(t) \right\}$ ;

– продуктивності праці  $PW_R(t) = \left\{ PW_{T_1}^V(t), PW_{T_2}^\sigma(t), PW_{T_3}^\theta(t) \right\}$ ;

– енерговитрат  $E_R(t) = \left\{ E_{T_1}^V(t), E_{T_2}^\sigma(t), E_{T_3}^\theta(t) \right\}$ ;

– оборотності капіталу  $O_R(t) = \left\{ O_{T_1}^V(t), O_{T_2}^\sigma(t), O_{T_3}^\theta(t) \right\}$ ;

– операційного важеля  $V_R(t) = \left\{ V_{T_1}^V(t), V_{T_2}^\sigma(t), V_{T_3}^\theta(t) \right\}$ ;

– фінансового важеля  $F_R(t) = \left\{ F_{T_1}^V(t), F_{T_2}^\sigma(t), F_{T_3}^\theta(t) \right\}$ .

Таким чином, загальну задачу управління ЕРП підприємств з розпізнаванням ситуацій  $\{S_B\} \{S_K\}$  розділимо на три основні задачі прийняття рішень (ЗПР):

1. Період передкризового стану. При заданому рівні монетарних і немонетарних цілей [9] і заданих відхиленях параметрів  $\bar{X}_T, \bar{Y}_T, \bar{U}_T$  і погроз боку чинників  $V_\gamma^\rho$  визначити на обмеженому інтервалі часу  $[t_1, t_u] \in T_u$  такий вектор ресурсів  $Z_\beta^\rho[t_1, t_n]$ , який забезпечить підприємству: виживання, стабільність, захист від зовнішніх погроз і переведе в стан ЕСС.

$$\max \left\{ X_\alpha^\psi[t_1, t_n] = M^\psi (X_{\alpha o}, X_\alpha^\rho[t_1, t_n], Z_\beta^\rho[t_1, t_n], V_\gamma^\rho[t_1, t_n]) \right\} \quad (21)$$

$$Z_\beta^\psi \in Z_{T_o}^\psi \quad (22)$$

$$X_\alpha^\rho[t_1, t_n] = W^\rho (X_{\alpha o}, V_\gamma^\rho[t_1, t_n]) \quad (23)$$

$$X_\alpha^\rho[t_1, t_n] \in X_{Tn}^\rho; \quad (24)$$

$$V_\gamma^\rho[t_1, t_n] \in V_{Tn}^\rho. \quad (25)$$

2. У період економічної небезпеки при заданих значеннях компетентності менеджерів, сильних сторін і можливостей підприємства, ресурсів  $Z_{\beta t_2}^{\sigma}$  і критичності джерел  $V_{\gamma 2}^k$  потрібно визначити на обмеженому інтервалі часу  $[t_2, t_k] \in T_k$  такий вектор ресурсів  $Z_{\beta[t_2, t_k]}^{\sigma}$ , який забезпечить підприємству з координатами  $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{U}$ , яке попадає в зону дій конкурентів максимальний ступінь виживання та інноваційного розвитку:

$$\max \left\{ \bar{X}_{\alpha[t_1, t_2]}^{\psi} \right\} = M^{\sigma} \left( X_{\alpha 1}^{\psi}, X_{\alpha[t_2, t_k]}^x, Z_{\beta[t_2, t_k]}^{\sigma}, V_{\gamma[t_2, t_k]}^x \right) \quad (26)$$

$$Z_{\beta[t_2, t_k]}^{\sigma} \in Z_{T_k}^{\sigma} \quad (27)$$

$$\bar{X}_{\alpha[t_2, t_k]}^x = W^x \left( \bar{X}_{\alpha t_k}^{\psi}, V_{\gamma[t_2, t_k]}^x \right) \quad (28)$$

$$X_{\alpha[t_2, t_k]}^x = X_{T_k}^x \quad (29)$$

$$V_{\gamma[t_2, t_k]}^x \in V_{T_k}^x \quad (30)$$

3. Період економічного розвитку підприємства після його кризового стану. При заданих параметрах інноваційного-інтелектуального розвитку підприємства необхідно значно збільшити компетентність персоналу щодо підвищення рівня цифровізації підприємства, інформативності та конфіденційності інформації про параметри  $\bar{I}_R, \bar{A}_R, \bar{C}_R, \bar{D}_R, \bar{Z}_R, \bar{Q}_R$ , та визначити на обмеженому інтервалі часу  $[t_3, t_p] \in T_F$  такий вектор ресурсів  $Z_{\beta[t_3, t_p]}^{\theta}$ , який забезпечить підприємству виживання в умовах політичних криз і трансформаційних впливів євроінтеграції.

Максимальні можливості для роботи підприємства в умовах стратегії інноваційно-інтелектуального розвитку опишемо моделлю виду:

$$\max \left\{ \bar{X}_{\alpha[t_3, t_p]}^{\theta} \right\} = M^{\theta} \left( X_{\alpha t_k}^{\sigma}, X_{\alpha[t_3, t_p]}^{\sigma}, Z_{\beta[t_3, t_p]}^{\theta}, V_{\gamma[t_3, t_p]}^{\theta} \right) \quad (31)$$

$$Z_{\beta[t_3, t_p]}^{\theta} \in Z_{T_p}^{\theta} \quad (32)$$

$$X_{\alpha[t_3, t_p]}^{\sigma} = W^{\sigma} \left( X_{\alpha t_k}^{\sigma}, V_{\gamma[t_3, t_p]}^{\sigma} \right) \quad (33)$$

$$X_{\alpha[t_3, t_p]}^{\sigma} = X_{T_p}^{\sigma} \quad (34)$$

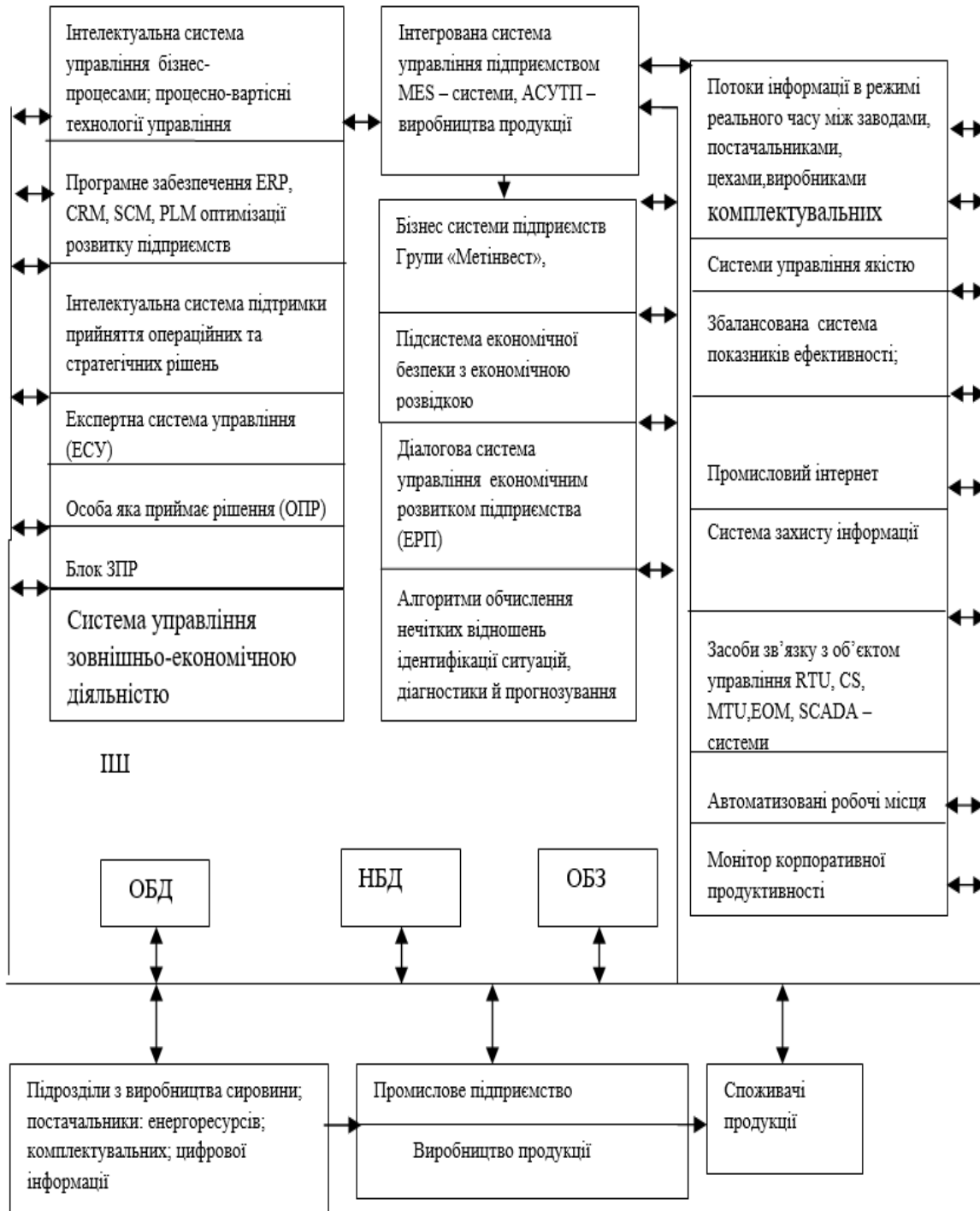
$$V_{\gamma[t_3, t_p]}^{\theta} \in V_{T_p}^{\delta} \quad (35)$$

В реальних умовах роботи підприємства ЕСУ виконує планування стратегії інноваційного розвитку, пов'язане з постійним моніторингом погроз з боку конкурентів; оцінку власних сильних та слабких сторін і можливостей, ресурсів та компетенцій менеджерів усіх рівнів.

Такий підхід дозволяє діагностувати аномальні й техногенні ситуації й економічні кризи; прогнозувати і своєчасно реагувати по слабким сигналам їх виникнення.

Для цього представимо інтелектуальну систему управління підприємством з діалоговою системою управління економічним зростанням доданої вартості.

Схема системи наведена на рис. 1. Основне завдання інтелектуальної системи управління підприємством – прогнозування наслідків криз, передкризових явищ, аварій, кібератак тощо, а також забезпечення сталого розвитку.



**Рис. 1. Інтелектуальна система управління економічним розвитком підприємства**

ІШ – інформаційна шина, ОБД – операційна база даних, НБД – нормативна база даних,  
ОБЗ – операційна база знань, ЗПР – блок задач прийняття рішень

Упереджений характер управлінських захисних впливів в період кризового стану підприємства забезпечується використанням принципу управління з прогнозуванням [9, 10]. Принцип полягає в тому, що управлінські впливи відпрацьовуються як на основі поточної інформації, яка характеризує економічний розвиток підприємства, так і можливих впливів конкурентів шляхом збору спеціальних даних (економічна розвідка) і маркетингової інформації по слабким сигналам [9].

При цьому загальний цільовий стан системи  $\{\bar{X}_T^\xi, \bar{Y}_T^\xi, \bar{U}_T^\xi\}$  досягається шляхом послідовної реалізації основних цільових станів її підсистем. В кожний період розвитку економічної кризи в економічній системі існує множина можливих траєкторій руху системи ЕРП до своїх основних цілей [11].



Крім того в кожному періоді часу в залежності від обставин, які складаються навколо підприємства, котування його акцій та ринкової вартості майна, управлінські ситуації ЕРП будуть змінюватись. Це можливо пояснити, виходячи з оцінки потоків грошей на вході і виході системи, які контролює система ERP. Вона також контролює параметри цінності капіталу, продуктивності, якості продукції, бізнес системи підприємств Групи «Метінвест та систему управління збалансованими показниками ефективності [4].

В цих умовах команда менеджерів повинна постійно генерувати управлінські рішення, приймаючи їх в умовах дефіциту часу і невизначеності та використовувати інтелектуальні системи підтримки прийняття операційних та стратегічних рішень (ІСППОР, ІСППСР).

Перейдемо тепер до створення методів рішення задач упорядкування альтернативних станів економічної системи на основі нечіткої інформації про компоненти BSC (системи збалансованих показників: фінансова складова, внутрішніх бізнес-процесів; клієнтська складова; інноваційного розвитку, персоналу). В процесі оцінки економічного стану підприємства менеджер-аналітик відділу стратегічного розвитку стикається з множиною допустимих виборів (альтернатив), які врешті повинен проаналізувати ОПР і вибрати найбільш оптимальне рішення. Як правило ці відношення бінарні і можуть характеризувати дискретно стан тієї чи іншої компоненти збалансованої системи показників ефективності (BSC).

Одним із центральних питань при формалізації якісної інформації є завдання функцій ступеня належності в нечітких підмножинах, які відображають різного виду невизначеності, що задаються словесно [11–13]. В умовах оцінки складної ситуації з корпоративними цінними паперами (оцінка ринкової вартості, випадки конфлікту інтересів) альтернативи вибираються на основі колективних рішень групи експертів з обробкою їх оцінок за допомогою інтелектуальних систем підтримки прийняття колективних рішень (ІСППКР). В умовах функціонування корпоративних структур і зміни зовнішнього оточення не всі критерії ефективності (КЕ) функціонування підприємств можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідношень. Між рядом параметрів, що впливають на економічні компоненти підприємства не вдається встановити точні кількісні залежності. В цьому випадку процес визначення стану економічної системи є багатокроковим, при чому зміст кожного кроку не завжди може бути прорахованим і однозначно визначеним [4, 11].

Як відомо інтелектуальна система управління підприємств має активну природу, тобто являє собою людино-машинну систему. Тоді поведінка окремих підсистем управління може бути нечіткою до монетарних, немонетарних, екологічних і соціальних цілей підприємства [9].

При цьому на кожному періоді стратегічного аналізу в залежності від управлінських ситуацій а також: політичної, економічної, екологічної, енергетичної, соціальної, технологічно-техногенної та інституціональної складових розроблених моделей (1–35) експертна система управління виконує до навчання (ОБД,НБД,ОБЗ); алгоритмів обчислення нечітких відношень й ідентифікації ситуацій; алгоритмів моделювання і розпізнавання проблемних ситуацій, алгоритмів діагностики виробничих ситуацій та прогнозування наслідків кризових явищ, аварій, техногенних явищ, кібератак тощо. Використання принципу прогнозного управління дозволяє ОПР та менеджерам з корпоративного управління більш ефективно планувати та розпізнавати на ранішніх стадіях економічні кризи і приймати рішення, щодо розподілу ресурсів захисних заходів.

Таким чином, в процесі оцінки нечіткої інформації експертна система управління економічного розвитку підприємства повинна чітко розпізнавати ситуації з ЕК і ЕСС. В результаті роботи інтегрованої системи управління підприємством з MES-системами і АСУТП виробництва продукції, системи ІСППР підприємств групи «Метінвест», одержуючи інформацію в режимі реального часу між заводами, постачальниками, цехами, виробниками комплектувальних, надають топ-менеджерам інформацію, яка надходить на монітор корпоративної продуктивності (МКП) про фінансовий стан підприємства та виконання портфеля замовлень заводів України та країн ЄС.

В цьому випадку інтелектуальна система управління з ЕСУ і діалоговою системою управління економічним розвитком на основі оперативної бази даних, нормативної бази даних, оперативної бази знань, бази прецедентів надає ОПР рекомендації щодо вибору управлінських рішень. Пошук оптимальних управлінських рішень виконує блок задач прийняття рішень (ЗПР). Логіку пошуку рішень визначають наступні атрибути:

$$\langle \text{ЗПР} \rangle = \frac{K}{\xi, x \rightarrow s} \begin{Bmatrix} \text{ЗПР}_1 \\ \text{ЗПР}_2 \\ \text{ЗПР}_3 \\ \text{ЗПР}_4 \\ \text{ЗПР}_5 \\ \text{ЗПР}_6 \end{Bmatrix} \quad (36)$$

де  $K$  – оператор класифікації ЗПР, щодо проблемної ситуації;  $\langle \xi, x \rightarrow s \rangle$  – ситуації з виконання портфеля замовлень підприємств-споживачів продукції; ЗПР 1 – підкласи ситуацій, пов'язаних з

управлінням виробництвом продукції; ЗІПР 2 – підкласи ситуацій, пов'язаних з управлінням фінансами, ліквідністю і цінністю капіталу; ЗІПР 3 – підкласи рішень, пов'язаних із задоволенням клієнтів-споживачів продукції в Україні; ЗІПР 4 – підкласи рішень, пов'язаних із задоволенням споживачів продукції країн ЄС; ЗІПР 5 – підкласи рішень, пов'язаних з виконанням інноваційних проектів; ЗІПР 6 – підкласи рішень, пов'язаних з навчанням та збільшенням компетенції персоналу.

В процесі навчання ЕСУ експертами інтелектуальна система управління підприємством навчається можливим зв'язкам між параметрами, які характеризують інноваційно-інтелектуальну стратегію розвитку.

Прикладна частина ЕСУ забезпечує формалізацією зв'язків між параметрами та нечіткими бінарними співвідношеннями і виконана у вигляді програмних моделей, що дозволяє розв'язувати задачі моделювання стратегічного розвитку підприємств гірничо-металургійного комплексу до 2030 року.

**Висновки і перспективи подальших наукових розробок.** Підсумовуючи вищесказане, зазначимо: процес моделювання складних ситуацій управління підприємством в період криз, стагнацій, рецесій та євроінтеграційних трансформацій є складним та погано структурованим; розробка інтелектуальних систем управління підприємством з моніторингом економічної безпеки є важливим науково-практичним завданням пов'язаним з навчанням персоналу щодо роботи з системами цифрового капіталу й захисту інформації від кібератак.

Сформульовано основне завдання системи економічного розвитку підприємства з інтелектуальними системами підтримки прийняття рішень: при заданому значенні компонент інноваційного розвитку підприємства до 2030 року потрібно розробити такі захисні заходи, виконання яких в інтервалі часу можливих І-АБО реальних зовнішніх й внутрішніх негативних впливів, виведуть систему на оптимальну траєкторію розвитку.

### Література

1. Матюха В.В. Мінерально-сировинний комплекс України у контексті сталого розвитку економіки / В.В. Матюха, О.М. Суліна // Економіка України. – 2017. – № 1 (662). – С. 64–79.
2. Хорольський К.Д. Технологічно-інноваційна стратегія розвитку гірничо-металургійного кластеру регіону / К.Д. Хорольський // Інвестиції: практика та досвід. – 2014. – № 7. – С. 133–135.
3. Вишневецький В.П. Smart-промисловість: перспективи і проблеми / В.П. Вишневецький, С.І. Князев // Економіка України. – 2017. – № 7 (668). – С. 22–37.
4. Хорольський В.П. Ідентифікація корпоративних ситуацій у системі інтелектуального управління підприємством / В.П. Хорольський, О.В. Хорольська, К.Д. Хорольський, Л.П. Рибалко // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2016. – № 4. – С. 301–314.
5. Амоша О.І. Інноваційний розвиток промислових підприємств у регіонах: проблеми та перспективи / О.І. Амоша, Л.М. Соломатіна // Економіка України. – 2017. – № 3. – С. 20–34
6. Національна парадигма сталого розвитку України; [за ред. Б.Є. Патона]. – К. : Ін-т економіки природокористування та сталого НАН України, 2012. – 72 с.
7. Згуровський М.З. Сталый розвиток регіонів України / М.З. Згуровський. – К. : НТУУ. «КПІ», 2009. – 197 с.
8. Харазішвілі Ю.М. Проблеми оцінки та інтегральні індекси сталого розвитку промисловості України з позиції економічної безпеки / Ю.М. Харазішвілі, В.І. Ляшенко // Економіка України. – 2017. – № 2 (663). – С. 3–23.
9. Хан Д. Стоймость-ориентированная концепция контроллинга / Д. Хан, Х. Хунгенбер. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 920 с.
10. Грант Р.М. Современный стратегический анализ / Р.М. Грант; пер. с англ. ; под ред. В.Н. Фунтова. – 5-е изд. – СПб : Питер, 2008. – 560 с.
11. Згуровский М.З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования / М.З. Згуровский : учеб. пособие. – К. : Вища шк., 1990. – 351 с. : ил
12. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенного решения / Л.А. Заде. – М. : МИР, 1976. – 165 с.
13. Нечепуренко М.И. Алгоритмы и программы решения задач на графиках и сетях / М.И. Нечепуренко, В.К. Попков, В.А. Кохов и др. – Новосибирск : Наука, 1990. – 515 с.
14. Быченко Н.Н. Об управлении защитой региона в чрезвычайных ситуациях / Н.Н. Быченко // Управляющие системы и машины. – 1996. – № 4, 5. – С. 47–57.
15. Варшавский П.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений / П.П. Варшавский, А.П. Еремеев // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – № 2. – С. 45–57.

### References

1. Matiukha V.V. Mineralno-syrovynnyi kompleks Ukrainy u konteksti staloho rozvytku ekonomiky / V.V. Matiukha, O.M. Sulina // Ekonomika Ukrainy. – 2017. – № 1 (662). – S. 64–79.
2. Khorolskyi K.D. Tekhnolohichno-innovatsiina stratehiia rozvytku hirnicho-metalurhiinoho klasteru rehionu / K.D. Khorolskyi // Investytsii: praktyka ta dosvid. – 2014. – № 7. – S. 133–135.
3. Vyshnevskiy V.P. Smart-promyslovist: perspektyvy i problemy / V.P. Vyshnevskiy, S.I. Kniazev // Ekonomika Ukrainy. – 2017. – № 7 (668). – S. 22–37.
4. Khorolskyi V.P. Identyfikatsiia korporatyvnykh sytuatsii u systemi intelektualnoho upravlinnia pidpriemstvom / V.P. Khorolskyi, O.V. Khorolska, K.D. Khorolskyi, L.P. Rybalko // Marketynh i menedzhment innovatsii. – 2016. – № 4. – S. 301–314.
5. Amosha O.I. Innovatsiyniy rozvytok promyslovykh pidpriemstv u rehionakh: problemy ta perspektyvy / O.I. Amosha, L.M. Solomatina // Ekonomika Ukrainy. – 2017. – № 3. – S. 20–34
6. Natsionalna paradyhma staloho rozvytku Ukrainy; [za red. B.Ie. Patona]. – K. : In-t ekonomiky pryrodokorystuvannia ta staloho NAN Ukrainy, 2012. – 72 s.
7. Zghurovskiy M.Z. Stalyi rozvytok rehioniv Ukrainy / M.Z. Zghurovskiy. – K. : NTUU. «KPI», 2009. – 197 s.
8. Kharazishvili Yu.M. Problemy otsinky ta intehralni indeksy staloho rozvytku promyslovosti Ukrainy z pozytsii ekonomichnoi bezpeky / Yu.M. Kharazishvili, V.I. Liashenko // Ekonomika Ukrainy. – 2017. – № 2 (663). – S. 3–23.
9. Khan D. Stoykostno-oryentirovannaia kontseptsyia kontrolynha / D. Khan, Kh. Khunhenber. – M. : Fynansy y statystyka, 2006. – 920 s.
10. Grant R.M. Sovremenniy strategicheskij analiz / R.M. Grant; per. s angl. ; pod red. V.N. Funtova. – 5-e izd. – SPb : Piter, 2008. – 560 s.

- 
11. Zgurovskij M.Z. Integrirovannye sistemy optimalnogo upravleniya i proektirovaniya / M.Z. Zgurovskij : ucheb. posobie. – K. : Visha shk., 1990. – 351 s. : il
  12. Zade L.A. Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhenogo resheniya / L.A. Zade. –M. : MIR, 1976. – 165 s.
  13. Nechepurenko M.I. Algoritmy i programmy resheniya zadach na grafikah i setyah / M.I. Nechepurenko, V.K. Popkov, V.A. Kohov i dr. – Novosibirsk : Nauka, 1990. – 515 s.
  14. Bychenok N.N. Ob upravlenii zashitoj regiona v chrezvychajnyh situacijah / N.N. Bychenok // Upravlyayushie sistemy i mashiny. – 1996. – № 4, 5. – S. 47–57.
  15. Varshavskij P.R. Modelirovanie rassuzhdenij na osnove precedentov v intellektualnyh sistemah podderzhki prinyatiya reshenij / P.R. Varshavskij, A.P. Eremeev // Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij. – 2009. – № 2. – S. 45–57.

Рецензія /Peer review: 27.02.2020

Надрукована /Printed : 10.03.2020  
Прорецензовано редакційною колегією