

The negative impact of these factors is the reason for decrease of their sustainability and, consequently, the failure to meet the goals and planned indices of activity.

Therefore, the purpose of the article is to determine the factors which influence the sustainability of the enterprise and to work out their structure for industrial enterprises.

It was found out that the most complete essence of economic sustainability is revealed when it is considered as the ability to maintain the current state of the enterprise as a system in the presence of external and internal influences and to ensure its efficient operation through the effective use of material resources and their stocks, sustainable financial position, effective management, stable improvement and development of production capacity as well as its social development in the conditions of changing environment.

Depending on the result of performance and control capabilities it is offered to divide external factors of influence into external factors of macro-level (country level), external factors of the meso-level (regional and sectoral) and micro-level external factors (the inner circle of the enterprise).

The structure of influencing factors on the sustainability of functioning of industrial enterprises as open dynamic systems is worked out. It is also determined that the effective functioning of the industrial enterprises necessarily requires the control of not only the influence of factors in isolation, but in their interaction and relationship.

**Keywords:** industry, machine-building industry, sustainability of the enterprise, internal factors, external factors.

*Стаття надійшла до редакції 14.10.2014*

УДК 343.13; 336.227.1

**Марта Іванівна Копитко\***

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ «М'ЯКИХ» ОБЧИСЛЕНЬ**

**Анотація.** У статті промислові підприємства позиціонуються як складні соціальні системи, в яких прослідковується значний вплив людського фактора. На основі цього зроблено висновок, що властивостям промислового підприємства, як системи, притаманний нечіткий характер. Запропоновано використання теорії «м'яких» обчислень для моделювання системи економічної безпеки як організаційної одиниці промислових підприємств. Врахування вказаного фактора дозволить формувати комплекс управлінських заходів, що сприятиме мінімізації впливу дестабілізуючих чинників у сфері кадрової безпеки суб'єктів господарювання.

**Ключові слова:** промислові підприємства, система економічної безпеки, теорія «м'яких» обчислень, соціальна система, людський фактор.

**Вступ.** З кожним днем ускладнюються умови ведення господарської діяльності, погіршуються умови зовнішнього середовища та з'являється щораз більша кі-

---

\* **Марта Іванівна Копитко** – канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри економіки та економічної безпеки Львівського державного університету внутрішніх справ, [marta\\_kernytska@ukr.net](mailto:marta_kernytska@ukr.net)

лькість загроз і небезпек, що негативно впливає на функціонування суб'єктів господарювання. Серед загроз мікросередовища найвпливовішою є загроза дій / бездіяльності працівників, тобто вплив людського фактору.

**Постановка задачі.** Проблема гарантування економічної безпеки впродовж останнього часу набула неабиякої актуальності для вітчизняних підприємств, що знайшло відображення у працях вітчизняних науковців [1, 6—8].

З метою дослідження умов функціонування промислових підприємств в Україні, а також для подальшого розроблення методики розрахунку рівня їхньої економічної безпеки із врахуванням впливу факторів макро- та мікросередовища необхідно встановити вплив людського фактору на підприємства як цілісні системи. При цьому вплив людського фактору варто позиціонувати як домінуючу загрозу економічній безпеці промислових підприємств у внутрішньому середовищі, а за умови її ігнорування можна зазнати погіршення результатів діяльності підприємства.

Мета статті полягає у формуванні моделі системи економічної безпеки (СЕБ) промислового підприємства з врахуванням впливу людського фактору, який ускладнює процес управління та прийняття рішень.

У ході дослідження використано методи: аналізу — для визначення чинників, що впливають на систему економічної безпеки промислового підприємства; моделювання — для встановлення особливостей впливу керуючої системи на керовану з присутністю елементів «тіньової» вигоди однієї зі сторін чи інших прихованих мотивів, що ускладнює процес прийняття та виконання управлінських рішень у процесі гарантування безпеки суб'єктів господарювання.

**Результати.** Великі промислові підприємства представляють собою складні організаційні структури, які містять певну кількість підсистем. При цьому, самі ж підприємства є підсистемами в ієрархічно вищій системі. Зважаючи на це і дотримуючись положень теорії складних систем, промислові підприємства і окремі їхні організаційні одиниці також можна вважати системою, яким притаманний комплекс властивостей, що її характеризує [1—3].

Не можна знівелювати факт, що промислові підприємства — це соціальні системи з домінуючим людським фактором. Саме ця особливість дозволяє стверджувати, що всі властивості системи підпадають під вплив вказаного людського фактору і функціонування даної системи також. На основі цього можна зробити висновок, що властивостям промислового підприємства як системи притаманний нечіткий характер (рис. 1).

За аналогією до зазначеного, СЕБ промислового підприємства внаслідок впливу людського фактору доцільно трактувати як систему, яка характеризується одночасно кількісними та якісними параметрами та значною кількістю неточностей, невизначеностей і часткової істинності. У зв'язку з цим, використання в ході аналізу СЕБ промислового підприємства «жорстких» методів дослідження є невиправданим, оскільки вони не дозволяють врахувати всі неточності. Єдиним способом їхнього врахування є використання теорії «м'яких» обчислень [4, с. 15].

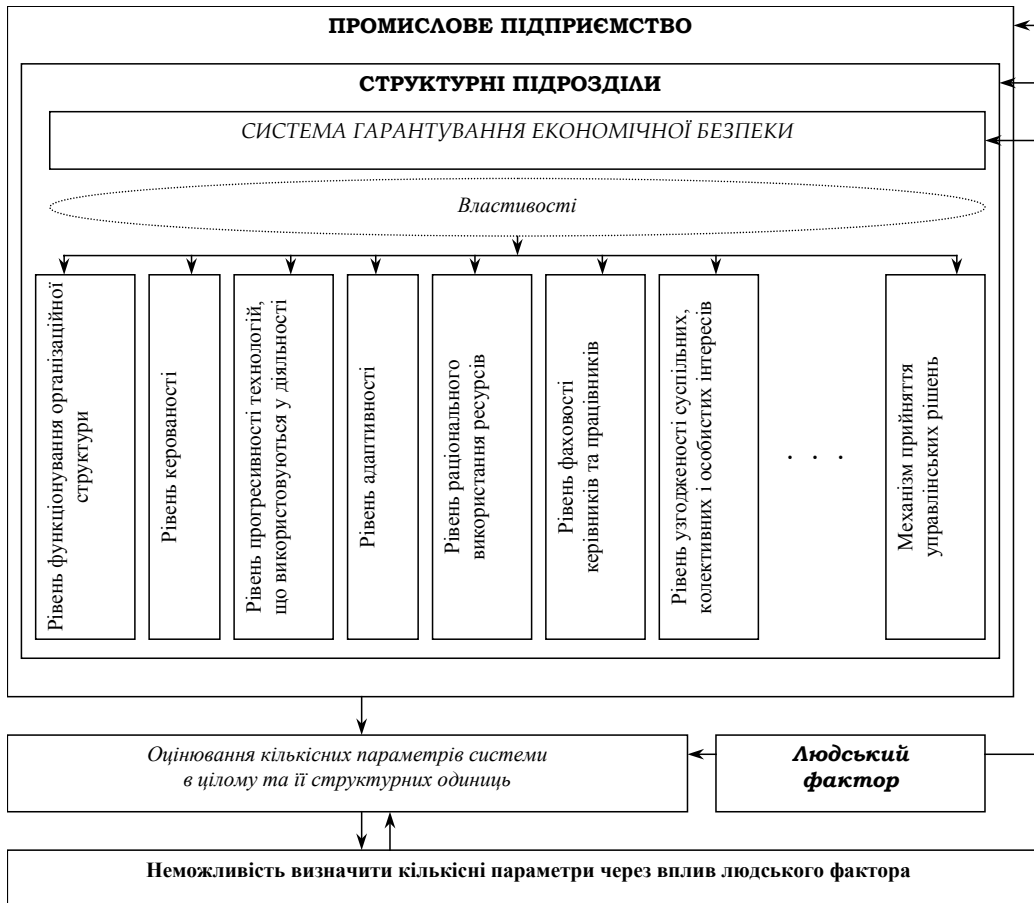


Рис. 1. Формалізація промислових підприємств як соціальних систем з властивостями нечіткого характеру

Джерело: розроблено автором

Складність «жорстких» методів полягає у потребі додаткових досліджень системи на структурну стійкість і відсутність незначних змін чи відхилень, що роблять її «м'якою». Розрахунки на основі «жорстких» методів у більшості випадків потребують значної кількості додаткової інформації про систему. Математична теорія «м'яких» моделей визначає якої саме інформації бракує. За відсутності такої інформації «жорстка» модель може представити помилкові висновки.

Основною причиною зміни стійкості СЕБ промислового підприємства є вплив людського фактору, у випадку неврахування якого буде отримано неточний результат. Уникнути цього можна лише за умови врахування основних компонентів цієї системи — дій суб'єктів, які керують сферою гарантування безпеки, і тих, хто виконує вказівки.

Враховуючи специфіку діяльності промислових підприємств, що зумовлюють особливості сфери гарантування економічної безпеки, можна на основі дослідження [4, с. 17—20] змодельовати таку ситуацію.

Нехай виконання функцій щодо гарантування економічної безпеки ( $x$ ) у певній сфері підпадає під функціональні обов'язки певного працівника, який приймає рішення про терміни та зміст заходів щодо виконання даної функції:

$$\dot{x} = y.$$

При цьому дії працівника ( $y$ ) контролюються відповідним керівником наступного рангу, що вирішує яким чином варто змінити швидкість і специфіку виконання зазначеної функції:

$$\dot{y} = z$$

Відповідно до організаційної структури дії керівника ( $z$ ) підпадають під контроль керівника третього рангу, що продовжується ланцюжком підпорядкувань аж до генерального директора (керівника рангу  $n$ ).

Важливим аспектом є дослідження поведінки керівника найвищого рангу, яка демонструє зворотний зв'язок. Специфіка полягає в тому, що він не підпадає під вплив іншого вищого керівника, тобто його дії не мають на меті виконання вказівок, а лише зосереджені на досягненні мети діяльності підприємства.

Наприклад, керівник вважатиме, що оптимальним значенням величини  $x$  буде рівень  $X$ , тому він здійснюватиме вплив на керівників нижчих рангів для досягнення бажаного значення. У випадку його досягнення керівники нижчих рангів можуть бути заохочені, а у випадку недосягнення — покарані. Тому, найпростіша модель при  $n = 3$  матиме вигляд:

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = z, \\ \dot{z} = -k(x - X), k > 0. \end{cases}, \quad (1)$$

Систему (1) можна представити диференціальним рівнянням:

$$\dot{x}^n = -k(x - X). \quad (2)$$

У випадку відсутності додаткових чинників впливу рівність даної (жорсткої) моделі легко можна визначити математичними обчисленнями.

Умова стійкості системи ( $x = X, y = z = \dots = 0$ ) визначається від'ємністю натуральної частини коренів  $\lambda$  рівності:

$$\lambda^n = -k. \quad (3)$$

Зазначені корені представляють собою комплексні числа (рис. 2), які на площині комплексної змінної  $\lambda$  формують вершини правильного  $n$ -кутника. У випадку, коли  $n > 3$ , окремі вершини обов'язково знаходяться в (нестійкій) правій півплощині ( $\text{Re } \lambda > 0$ ). При  $n = 1$  корінь  $\lambda = -k$  знаходиться у стійкій півплощині, а при  $n = 2$  корені  $\lambda_{1,2} = \pm i\sqrt{k}$  знаходяться на межі стійкості [4, с. 19].

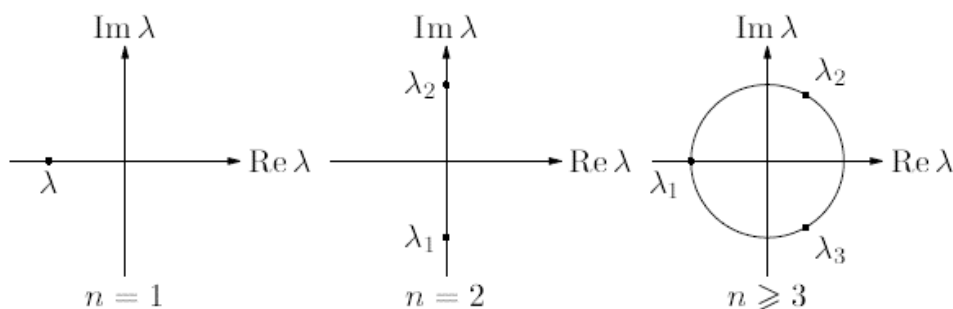


Рис. 2. Ілюстративне зображення нестійкості системи багаторангового управління СЕБ промислового підприємства

Джерело: побудовано автором на основі [4, с. 19]

На основі цього можна зробити висновки, що описана система багаторівневого управління СЕБ промислового підприємства при  $n \geq 3$  є нестійкою. За умови дворівневого управління інколи можуть траплятися нестійкості, які, здебільшого, не призводять до масштабних проблем. Три і більше рівневі управління є першопричиною виникнення внутрішніх загроз і небезпек.

Абсолютної стійкості можна досягнути лише за умови однорівневого управління, що передбачає інтерес виконавця до позитивного результату своєї роботи, а не заохочення зі сторони керівництва.

Нестійкість функціонування системи можна пояснити, зокрема, невиконанням директивних вказівок, а також наявністю «тіньової» зацікавленості керівників різних рівнів. Здебільшого, така зацікавленість доповнюється фактами корупційної поведінки. За наявності цих двох параметрів результативність функціонування СЕБ промислового підприємства буде негативною, що ставить під сумнів подальше існування підприємства.

Узагальнюючи дослідження функціонування СЕБ промислового підприємства [5, 6] з врахуванням особливостей теорії «м'яких» обчислень сформуємо структуру СЕБ промислового підприємства:

- модель СЕБ промислового підприємства —  $E_0(X, Y, Z)$ , де  $X, Y, Z$  — параметри, що характеризують дану модель;
- модель системи зовнішнього середовища, в якому функціонує промислове підприємство  $E_{ex}(F)$ , де  $F$  — оцінювання рівня безпеки зовнішнього середовища;
- модель поведінки СЕБ промислового підприємства  $E_j(P, B)$ , де  $P$  — параметр, що характеризує особливості фазових станів системи, визначається на основі комплексу показників, які дозволяють виміряти стан системи у певний проміжок часу,  $B$  — обмеження, які обумовлюють умови поведінки СЕБ;
- модель, що характеризує внутрішній стан підприємства —  $E_m(U)$ , де  $U$  — результат оцінювання рівня економічної безпеки з врахуванням впливу внутрішніх загроз;
- модель дій щодо реалізації процесу зміни СЕБ промислового підприємства —  $Q$ .

Формалізовану модель СЕБ промислового підприємства з врахуванням теорії «м'яких» обчислень представлено на рис. 3.

Враховуючи запропоновану модель можна представити домінуючі властивості СЕБ промислового підприємства у формі інтегрального показника ефективності функціонування:

$$E_f = F(R) \times F(D) \times F(I_t, P_t), \quad (4)$$

де  $E_f$  — ефективність функціонування СЕБ промислового підприємства як соціальної системи;

$F(R)$  — функція результативності використання ресурсів;

$F(D)$  — функція результативності функціонування структурних підрозділів;

$F(I_t, P_t)$  — функція результативності функціонування працівників;

$I_t$  — індекс творчого потенціалу та кваліфікації працівників;

$P_t$  — модель вибору поведінки працівників (включає якісний і кількісний параметри).

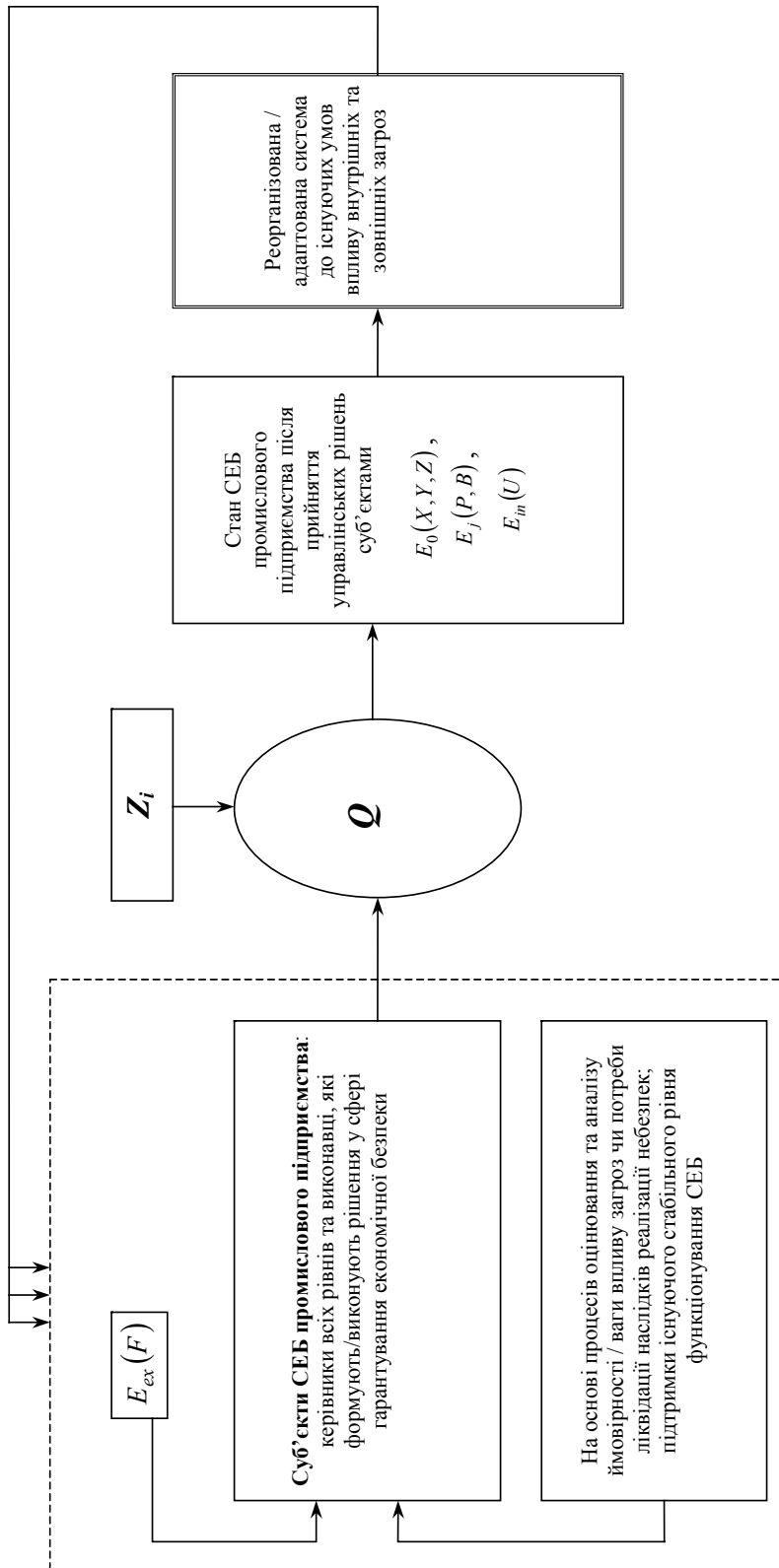


Рис. 3. Формалізована модель СЕБ промислового підприємства з врахуванням теорії «м'яких» обчислень

Джерело: побудовано автором на основі [5, 6]  
 Умовні позначення:  $Q$  — модель дій щодо реалізації процесу зміни СЕБ промислового підприємства;  $Z_i$  — негативні чинники (бажання отримати «тіньову» вигоду, збагатитися за рахунок хабарництва, отримати протиправно додаткові важелі впливу тощо), що впливають на процес прийняття рішення суб'єктами СЕБ.

**Висновки.** Таким чином, на основі запропонованої моделі можна встановити систему взаємозв'язків у системі економічної безпеки промислових підприємств, а також змоделювати ключовий аспект ефективності її функціонування — вплив людського фактору на вибір сценаріїв поведінки системи.

### Література

1. Лобанов А.А., Пунда Ю.В. Методичний підхід на основі м'яких обчислень до оцінки ефективності соціально-політичної системи / А.А. Лобанов, Ю.В. Пунда // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. — 2009 — № 3(6) — С. 26—28.
2. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ / Ю.П. Сурмин. — К.: МАУП, 2003. — 364 с.
3. Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных / интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://zadeh.narod.ru/zadeh\\_rol\\_mjagkikh\\_vychislenij.html](http://zadeh.narod.ru/zadeh_rol_mjagkikh_vychislenij.html).
4. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / В.И. Арнольд. — М.: МЦНМО, 2004. — 32 с.
5. Вікторова О.В., Коваль А.О. Використання «м'яких» обчислень в інтелектуальних інформаційно-вимірювальних системах дорожніх машин / Вікторова А.О., А.О. Коваль // Вестник ХНАДУ, 2011. — Вып. 53. — С. 111—117.
6. Дацко О.И. Использование теории мягких систем для моделирования системы экономической безопасности государства / О.И. Дацко // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Третьей Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 24-26 апреля 2013 г. В 3-х томах. Том 3. — Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2013. — 203 с. — С. 60—65.
7. Хома І.Б. Формування та використання систем діагностики економічної захищеності промислового підприємства: [монографія] / І.Б. Хома. — Львів. 2012. — 504 с.
8. Васильців Т.Г. Економічна безпека підприємництва України: стратегія та механізми зміцнення : [монографія] / Т.Г. Васильців. — Львів: Арал, 2008. — 384 с.

### References

1. Lobanov A.A., Punda Yu.V., «Methodological approach based on soft computing to assess the effectiveness of the social and political system», *Modern information technologies in the field of security and defense* 3, 2009.
2. Surmin Yu. P. *Systems theory and systems analysis*. AIDP: Kyiv, 2003.
3. Zadeh L.A. «The role of soft computing and fuzzy logic in understanding the design and development of information», [http://zadeh.narod.ru/zadeh\\_rol\\_mjagkikh\\_vychislenij.html](http://zadeh.narod.ru/zadeh_rol_mjagkikh_vychislenij.html).
4. Arnold V.I. *Hard» and «soft» mathematical models*. MTsNM: Moscow, 2004.
5. Viktorova A.V., Smith A.O. «The use of «soft» computing in intelligent information-measuring systems of road vehicles», *Journal HNADU* 53, 2011.
6. Dacko O.I. «Using the theory of soft systems for modeling the system state economic security» (paper presented at the annual meeting for the Computer, mathematical modeling, economics: Collection of scientific articles on the results of the Third International Scientific and Practical Conference, Smolensk, Smolensk branch of the Russian University of Cooperation, April 24–26 2013).
7. Khoma I.B. *Formation and use of diagnostic economic security of industrial enterprise*. Lviv: NULP, 2012.
8. Vasylytsiv T.G. *The economic security of Ukraine entrepreneurship: strategies and mechanisms for strengthening*. Lviv: Aral, 2008.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРИИ «МЯГКИХ» ВЫЧИСЛЕНИЙ

**М.И. Копытко**, канд. экон. наук,  
доцент, доцент кафедры экономики и  
экономической безопасности Львовского  
государственного университета  
внутренних дел

**Аннотация.** В статье промышленные предприятия позиционируются как сложные социальные системы, в которых прослеживается значительное влияние человеческого фактора. На основе этого сделан вывод, что свойствам промышленного предприятия, как системы, присущий нечеткий характер. Предложено использование теории «мягких» вычислений для моделирования системы безопасности как организационной единицы промышленных предприятий.

**Ключевые слова:** промышленные предприятия, система экономической безопасности, теория «мягких» вычислений, социальная система, человеческий фактор.

## SIMULATION OF ECONOMIC SECURITY FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES BASIS OF THEORY OF «SOFT» COMPUTING

**Kopytko M., PhD**, associate professor,  
assistant professor of Department of  
economics and economic security of Lviv  
State University of Internal Affairs

**Abstract.** In this paper large industrial enterprises are represented as complex organizational structures that contain a number of subsystems. At the same time, enterprises are themselves subsystems in the hierarchically higher system. Taking this into account and following the theory of complex systems, industrial enterprises are positioned as a system, and some of their organizational units act as a system that inherits set of properties that characterize it. In addition, attention focused on the fact that industrial enterprises are social systems with inherent dominant human factor. This feature suggests that all properties of system are influenced by human factors and the functioning of the system as well. On this basis it is concluded that the properties of the industrial enterprise as a system are vague.

The main reason for changing the stability of the economic security of the industrial enterprise is the human factor. Neglecting its impact will produce inaccurate results. This can be avoided only by consideration two main components of the system — between actors: who controls the area of □□security and those who follow the instructions. To account the influence of human factors a formalized model of economic safety of industrial enterprises was developed with regard to the theory of «soft» computing. Based on the proposed model it is possible to establish a system of relationships in the system of economic security of industrial enterprises, as well as to simulate a key aspect of its functioning — the human factor in the choice of scenarios of system behavior.

**Keywords:** industrial enterprises, the economic security, the theory of «soft» computing, social system, the human factor.