

УДК 519.722:004.043

М. М. КОЗУЛЯ**ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНА КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

У статті розглянуті задачі формування методологій аналізу даних стосовно складних системних утворень на основі знання-орієнтованих систем у комплексній оцінці стану. Розглядається оцінка відхилення від апріорі прийнятого природного регулювання гомеостазу «об'єкт (система) – навколишнє середовище». Розв'язання оцінки відхилення розглядає змістовність управління як встановлення початкової рівноваги на будь-якому рівні організації системи. Сформовано схему алгоритмічного забезпечення оцінки стану системних об'єктів на основі запровадження функції відповідності у вигляді інформаційної ентропії і аналізу ризик-факторів. Розглянуто аналіз предметної області, що дозволило виділити й деталізувати основні бізнес-процеси. Розглянута практична реалізація знання-орієнтованого інформаційного забезпечення для розв'язання завдань в системі моніторингових систем управління якістю складними системами.

Ключові слова: знання-орієнтовані системи, ризик-аналіз, функція відповідності, оцінка якості, інформаційні потоки, інформаційно-алгоритмічне забезпечення.

В статье рассмотрены задачи формирования методологий анализа данных относительно сложных системных образований на основе знание-ориентированных систем в комплексной оценке состояния. Рассматривается оценка отклонения от априори принятого естественного регулирования гомеостаза "объект (система) – окружающая среда". Решение оценки отклонения рассматривает содержательность управления как установления начального равновесия на любом уровне организации системы. Сформирована схема алгоритмического обеспечения оценки состояния системных объектов на основе внедрения функции соответствия в виде информационной энтропии и анализа риск-факторов. Рассмотрен анализ предметной области, который позволил выделить и детализировать основные процессы. Рассмотрена практическая реализация знание-ориентированного информационного обеспечения для решения задач в системе мониторинговых систем управления качеством сложных систем.

Ключевые слова: знание-ориентированные системы, риск-анализ, функция соответствия, оценка качества, информационные потоки, информационно-алгоритмическое обеспечение.

The article discussed the problem of data analysis methodologies formation regarding the complex system formations based on knowledge-based systems in comprehensive state assessment. The deviation estimation from priori accepted natural regulation of homeostasis "object (the system) – the environment" is considered. The decision of the variations assessment considers how content-rich management establishes an initial equilibrium at any level of system organization. Algorithmic scheme is formed for assessment of the system objects state based on the implementation of compliance function in the form of information entropy and analysis of risk factors. Considered domain analysis allowed to identify and refine the basic processes. We consider the practical implementation of the knowledge-based information support for problems solving in the monitoring system of quality management systems of complex systems.

Keywords: knowledge-based systems, risk analysis, compliance function, quality evaluation, information flows, information and algorithmic support.

Вступ.

Основні дослідження роботи спрямовані на визначення комплексу системних методів пізнання складних системних об'єктів для підвищення ефективності інформаційних технологій інтелектуальної обробки даних і якості подання результатів для прийняття рішень урегулювання соціально-еколого-економічних відносин на основі ідентифікації знань. Знання-орієнтовані системи у комплексній оцінці стану складних систем дозволяють полегшити розв'язання задач сталого розвитку, де необхідним є врахування природи різномірних систем з відповідною базою галузевих знань.

Мета і постановка задачі дослідження.

Метою роботи є розробка інформаційної і алгоритмічної підтримки реалізації системних методів визначення стану складних системних об'єктів для підвищення ефективності прийняття рішень в сфері управління якістю складними

системами, урегулювання їх безпечності на основі ідентифікації знань. У роботі передбачено вирішити такі задачі:

1) удосконалення методичного забезпечення аналізу даних стосовно стану складних системних утворень, що об'єктивно обумовлено необхідністю співіснування техногенних і природних систем;

2) розроблення алгоритмічного забезпечення оцінки стану системних об'єктів на основі запровадження функції відповідності у вигляді інформаційної ентропії і аналізу ризик-факторів;

3) забезпечення автоматизації обробки інформаційних потоків даних моніторингових досліджень складних об'єктів на основі інформаційно-програмного комплексу з використанням знання-орієнтованих баз даних.

Матеріали досліджень.

У системному аналізі для задач оптимального управління, прийняття рішень в умовах прояву ситуації неінформативності, відсутності знань

розглядається завдання розкриття невизначеності.

У системах, що розвиваються, періодично змінюються закони поведінки, структура, шляхи еволюції, внутрішня симетрія, відбувається розділ систем на актуалізовану й потенційну частини й т.п. У концепції динамічних систем замість незмінних протягом життя законів і закономірностей, у яких прагнення до рівноваги є правилом, запроваджуються періодично мінливі закони і закономірності (способи поведінки), у яких рівновага стає виключенням. Нерівноважність визначається як сутність еволюції і функціональності складних систем.

Для аналізу складних утворень застосовується принцип самоорганізації системи, відповідно до якого рухомій матерії властиві тенденції довільної організації в більше складні системи при спонтанній деградації з ростом неупорядкованості, що характеризується функцією ентропії. Цей принцип є відбиттям того очевидного факту, що навколишня дійсність виявляє поряд із процесами розсіювання енергії безліч процесів, у яких енергія не розсіюється, а, навпаки, концентрується з утворенням більше складних систем з більше простих [1–5].

Незважаючи на універсальність значення ентропії для різних галузей знань, навіть у межах однієї дисципліни ентропія, трактується по-різному, узагальнюючи обставини, ситуації, явища, що відносяться до поняття перетворення (переклад із грецької). Таке подання ентропії пов'язано з її відношенням до характеристики процесів, що суттєво для системного об'єкта дослідження «(система – зовнішнє середовище) – система – процес – (стан системи)' – (система' – зовнішнє середовище)» [6].

Кінцевий стан складної системи встановлюється за структурною ентропією, відповідно до якої формується прагнення системи до рівноваги за об'єктивними вимогами другого закону термодинаміки [1]. Зовнішнє навколишнє середовище за своїм станом і дією на об'єкт і системи спричиняє невідповідності у розвитку складових об'єкта чи елементів системи. Усунення виникаючої при цьому нестабільності пов'язано з процесами адаптації, виникнення локальних складових інформаційної ентропії (ІЕ). Сукупність локальних ІЕ визначає інтегральну складову ІЕ, яка відповідає за ступінь досягнення рівня незавершеності адаптації.

Узгодженість об'єкта і навколишнього середовища, тобто встановлення стаціонарності їх відносин, адаптованості один до одного ідентифікується через зростання рівня структурної ентропії за порогові значення, що обумовлює

інформаційну ентропію при зростанні її інтегральної складової. Збільшення ентропії до її максимуму в точці невідповідності обумовлює перехід до ймовірнісного стану, перетворення структурної в інформаційну ентропію з доведенням до нуля її локальної складової і наближенням до максимуму функції інтегральної ентропії.

Така послідовність станів, процесів складає сутність гармонійності взаємодії (природної стаціонарної функціональності) об'єкта і навколишнього середовища, систем внутрішнього об'єктного середовища.

Оцінка відхилення від апріорі прийнятого природного регулювання гомеостазу «об'єкт (система) – навколишнє середовище» визначається як виникнення і розвиток ризику. Розв'язання цієї задачі розглядає змістовність управління як встановлення початкової рівноваги на будь-якому рівні організації системи. За умови створення цілеспрямованої системи певної якості реалізують керовані зміни за системою заходів спеціалізованого управління. Досягнення точки відповідності гарантується при мінімальному ризику прийняття рішення: не втручання, а контроль самовільної адаптації за рахунок довільних процесів; регулювання і управління до максимального упорядкування і самоорганізації об'єкта ($\Delta S \rightarrow 0, S_1 \rightarrow \min \rightarrow \Delta S > 0, S_2 \rightarrow \max$) (рис. 1) [7].

За моніторинговою інформацією формуються вибірки початкових даних, враховуючи наявність відомого і достатнього обсягу значень $\eta = y_j$ для встановлення точного значення ξ , що покладені в основу навчальної вибірки такого виду:

$$\left(x_1^{(\eta, \xi)}, x_2^{(\eta, \xi)}, y^{(\eta, \xi)} \right) \left(\eta, \xi = \overline{1, K} \right), \quad (1)$$

де $x_1^{(\eta, \xi)}, x_2^{(\eta, \xi)}, y^{(\eta, \xi)}$ – відповідно значення вхідних і вихідних змінних з характеристик об'єктів досліду $\eta = y_j$ і ξ ; K – загальна кількість експериментальних даних у навчальній вибірці.

База правил формується за прийнятою процедурою з урахуванням складності об'єкта і отриманих за входами/розрахунками двох показників (змінні x_1, x_2). Серед моніторингових характеристик об'єктів встановлюють їх мінімальні та максимальні значення, які за даних умов відображають можливості досягнення бажаних цілей. Подібним чином аналізують вихідні дані – стан систем у незадовільному (y^{\min}) і відповідному до вимог за прийнятним природним/допустимим рівнем (y^{\max}):

$$x_1 \in [x_1^{\min}, x_1^{\max}], x_2 \in [x_2^{\min}, x_2^{\max}], y \in [y^{\min}, y^{\max}].$$

Відповідно до прийняття рішень в умовах невизначеності [8] і надання еколого-економічної оцінки стану об'єкта при неточності вхідної інформації [9] відображають певним чином розподіл простору змінних.

Він формується за точковою оцінкою функції належності, враховуючи особливості наданого об'єкта системного аналізу у вигляді «стан0 – процес – стан0 (стан1)», встановлення x_1 / ξ за умови існування (наслідками) x_2 / η , що дозволяє оцінити x_1 / ξ за знанням x_2 / η .

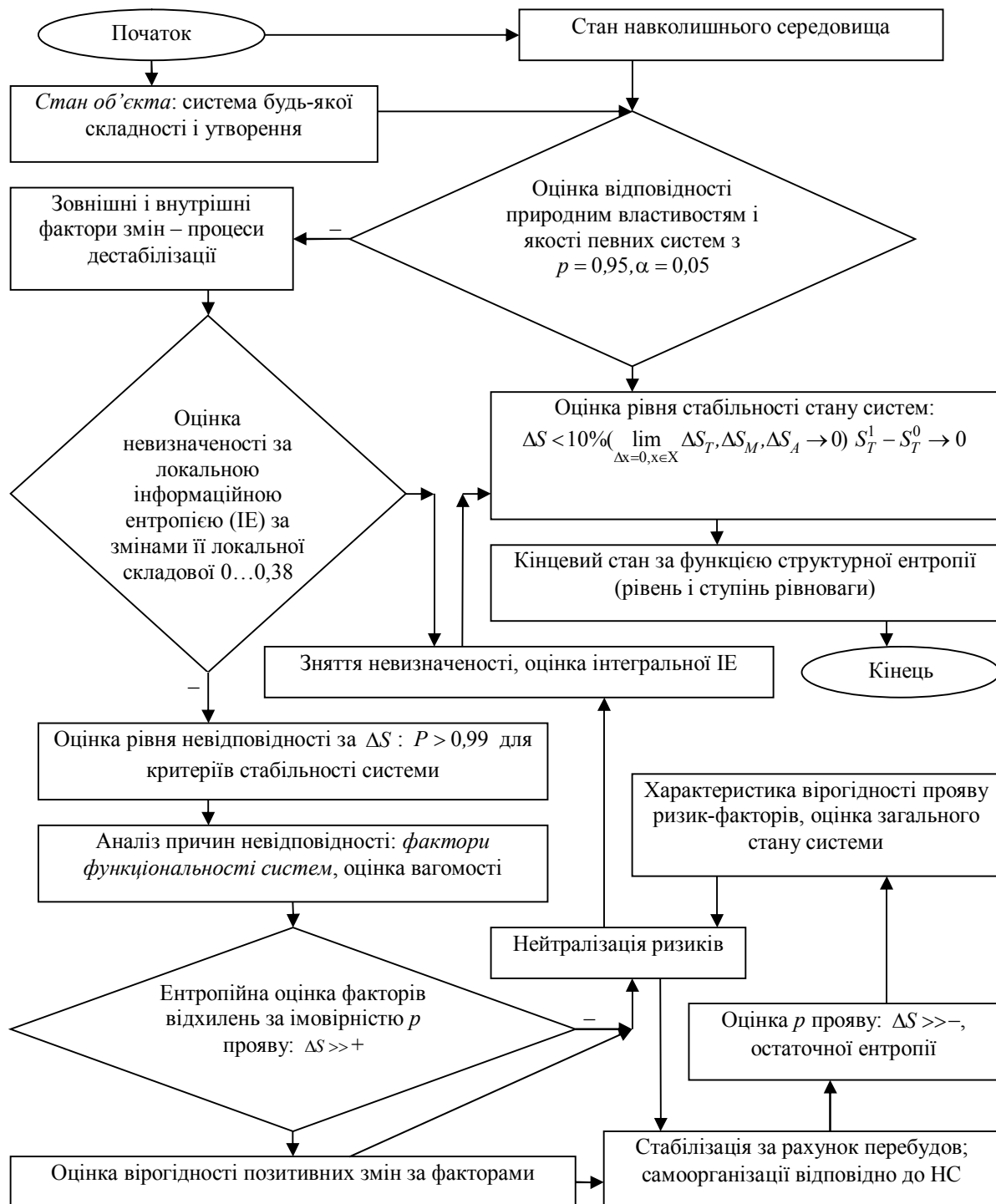


Рис. 1. Ентропійна оцінка стану системи і ризик-факторів

На практиці застосування запропонованого підходу формування знання-орієнтованого інформаційного забезпечення застосовано для розв'язання завдань в системі екологічного моніторингу.

Аналіз предметної області дозволив виділити й деталізувати такі основні бізнес-процеси (роботи) (рис. 2).

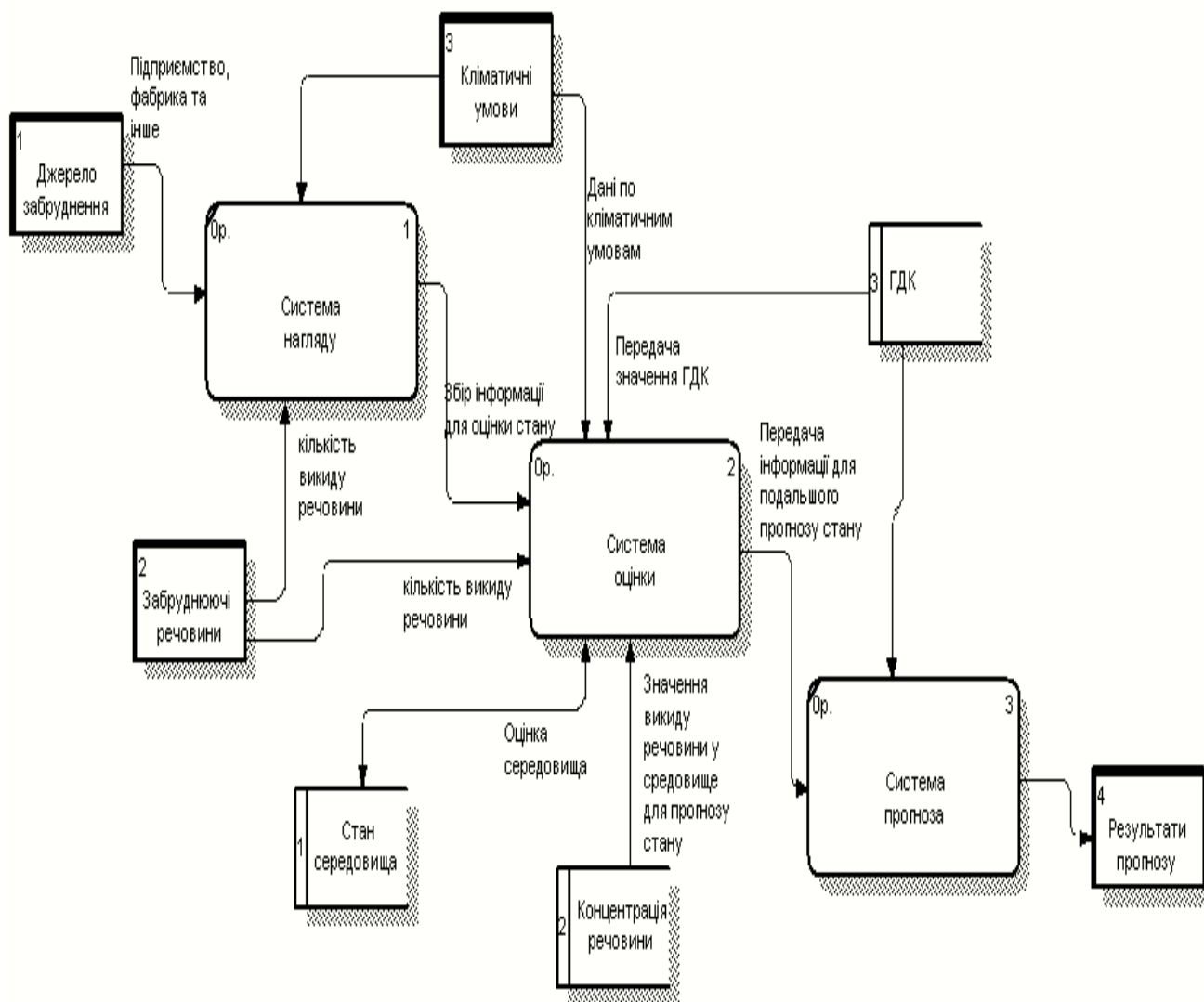


Рис. 2. Діаграма потоків даних

Висновки даного дослідження і перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

У роботі розроблено інформаційне і алгоритмічне забезпечення реалізації системних методів визначення стану складних системних об'єктів, що дозволило отримати такі результати:

1) запровадити удосконалення методичного забезпечення оцінки складних систем з метою формування комплексної знання-орієнтованої системи аналізу досліджуваного об'єкта;

2) розробити алгоритмічне забезпечення ентропійної оцінки стану системи і ризик-факторів для удосконалення методик оцінки стану складних систем (рис. 1);

3) показана практична реалізація знання-орієнтованого інформаційного забезпечення застосовано для розв'язання завдань в системі екологічного моніторингу на прикладі діаграми потоків даних (рис. 2).

Список літератури: 1. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности:

Вопросы управления сложными системами/ И.В. Прангишвили; Ин-т проблем управления им. В.А.

- Трапезникова. – М.: Наука, 2003. – 428 с. **2.** Панченков А.Н. Энтропия. / А.Н. Панченков – Н.Новгород, «Интерсервис», 1999. – 592 с. **3.** Панченков А. Н. Энтропия-2. / А. Н. Панченков // Н.Новгород, «Интерсервис», 2002. – 713 с. **4.** Бухкало С.І. Екологічна безпека як складова концепції утилізації відходів для комплексних підприємств енергетичного міксу / С.І. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 49. – с. 42–56. **5.** Бухкало С.І. Анализ эколого-правовой базы комплексной утилизации отходов полимеров / С.И. Бухкало, Н.Н. Зипунников, О.И. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 140–145. **6.** Clausius R. Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie / R. Clausius // Ann. Phys. Folge 2. – 1865. – Bd. 125. – P. 353 – 400. **7.** Козуля М.М. Інформаційно-програмне забезпечення реалізації системних методів визначення стану складних систем / М. М. Козуля // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інтелектуальні системи та прикладна лінгвістика». – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 46–47. **8.** Овезгельдыев А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / Овезгельдыев А. О., Петров Э. Г., Петров К. Э.. – К. : Наукова Думка, 2002. – 163 с. **9.** Козуля Т. В. Методологія екологічного моніторингу та управління природно-техногенними об'єктами. Навчальний посібник / Т.В. Козуля. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 288 с.
- Bibliography (transliterated):** **1.** Prangishvili I.V. (2003). Jentropijnye i drugie sistemnye zakonomernosti: Voprosy upravlenija slozhnymi sistemami; In-t problem upravlenija im. V.A. Trapeznikova, M.: Nauka, 428 p. **2.** Panchenkov A.N. (1999). Jentropija. N.Novgorod, «Interservis», 592 s. **3.** Panchenkov A.N.. Jentropija-2. N.Novgorod, «Interservis», 2002. 713 p. **4.** Bukhhalo S.I. Ekologichna bezpeka jak skladova koncepcii utilizacii vidhodiv dlja kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu / S.I. Bukhhalo // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2014. – No. 49. – P. 42–56. **5.** Bukhhalo S.I. Analiz jekologo-pravovoj bazy kompleksnoj utilizacii othodov polimerov / S.I. Bukhhalo, N.N. Zipunnikov, O.I. Ol'hovskaja i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 140–145. **6.** Clausius R. (1865). Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie, Ann. Phys. Folge 2., Bd. 125, P. 353 – 400. **7.** Kozulia M.M. Informacijno-programne zabezpečennja realizacii sistemnih metodiv viznachennja stanu skladnih sistem. Materiali V Vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferencii «Intelektual'ni sistemi ta prikladna lingvistika», 2016. Har'kov: NTU «HPI», P. 46–47. **8.** Ovezgel'dyev A. O., Petrov Je. G., Petrov K. Je. (2002). Sintez i identifikacija modelej mnogofaktornogo ocenivanija i optimizacii. K. : Naukova Dumka, 163 p. **9.** Kozulia T.V. (2015). Metodologija ekologichnogo monitoringu ta upravlinnja prirodno-tehnogennimi ob'ektami. Navchal'nij posibnik. Harkiv : NTU «HPI», 288 p.

Поступила (received) 12.07.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Знання-орієнтована комплексна методика оцінки стану складних систем / М. М. Козуля // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 39–43 – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

Знание-ориентированная комплексная методика оценки состояния сложных систем / М. М. Козуля // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 39–43 – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

Knowledge-based comprehensive methodology of complex systems state assessment / М. М. Kozulia // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 39–43 . Bibliog.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Козуля Марія Михайлівна – аспірант кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем НТУ «ХПІ»; тел. (099) 787-20-70; e-mail: mariya_kozulya@mail.ru.

Козуля Мария Михайловна – аспірант кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем НТУ «ХПІ»; тел. (099) 787-20-70; e-mail: mariya_kozulya@mail.ru.

Kozulia Mariia Mikhailovna – post-graduate student of intelligent computer systems National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»; tel. (099) 787-20-70; e-mail: mariya_kozulya@mail.ru.