

- за графіками витрат енергії з часом видно, що при розташуванні бази у центрі спостерігається більш рівномірна залежність використання енергії з часом, що є ознакою доцільного та ефективного використання енергії передавача.

Таким чином, на основі проведених досліджень однорангових структур мереж з багатокроковими алгоритмами передачі даних через радіоканал показано, що кластерна організація бездротової сенсорної мережі для систем автоматизації контролю даних про стан середовища є більш ефективною з точки зору енергозбереження та тривалості роботи, оскільки в ній можливо додаткове стиснення інформації за рахунок об'єднання інформаційних потоків від елементів одного кластера. Але вивчення таких систем потребує додаткових припущень про характер даних, що реєструються.

Список використаної літератури

1. Sarangapani O. Wireless Ad Hoc and Sensor Networks / O.Sarangapani. – CRC Press, 2007. – 486 p.
2. Verdone R. Wireless Sensor and Actuator Networks / R.Verdone, D.Dardari, G.Mazzini, A.Conti. – Academic Press, 2008. – 392 p.
3. Qing L. Design of a distributed energy-efficient clustering algorithm for heterogeneous wireless sensor network / L.Qing, Q.Zhu, M.Wang // Computer Communications. – 2006. – Vol. 29. – P. 2230-2237.
4. Jia J. Energy-balanced density control to avoid energy hole for wireless sensor networks / J.Jia, J.Chen, X.Wang, L.Zhao // International Journal of Distributed Sensor Networks. – 2012. – Vol. 20. – P. 112.
5. Tang X. Optimizing lifetime for continuous data aggregation with precision guarantees in wireless sensor networks / X. Tang, J. Xu // IEEE/ACM Transactions on Networking (TON). – 2008. – Vol. 16, N. 4. – P. 904-917.
6. Jia J. Exploiting sensor redistribution for eliminating the energy hole problem in mobile sensor networks / J.Jia, X.Wu, J.Chen, X.Wang // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. – 2012. – Vol. 2, N. 1. – P. 68.
7. Zhang H. Maintaining sensing coverage and connectivity in large sensor networks / H.Zhang, J.Hou // Ad Hoc & Sensor Wireless Networks. – 2005. – Vol. 1, N. 1-2. – P. 89-124.
8. Akyildiz I. A survey on sensor networks / I.Akyildiz, W.Su, Y.Sankarasubramaniam, E.Cayirci // Communications Magazine, IEEE. – 2002. – Vol. 40, N. 8. – P. 102-114.
9. Chen G. An unequal clusterbased routing protocol in wireless sensor networks / G.Chen, C.Li, M.Ye, J.Wu // Wireless Networks. – 2009. – Vol. 15, N. 2. – P. 193-207.
10. Li J. An analytical model for the energy hole problem in many-to-one sensor networks / J. Li, P.Mohapatra // IEEE Vehicular Technology Conference. – 2005. – Vol. 62. – P. 2721.

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук, проф. Корчинським В.М.

УДК 681.518.54

Л.І. Мецераков, д-р техн. наук

(Україна, Дніпро, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»)

ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ АГЕНТІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МУЛЬТІАГЕНТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ГІРНИЧИМИ АГРЕГАТАМИ

Анотація. Представлено формування різних інтелектуальних інформаційних агентів з супутніх сигналів через умовні моментні характеристики. Для розширення та поглиблення інформаційного забезпечення стратегічних та оперативних задач автоматизованих систем керування технологічних процесів гірничих електромеханічних комплексів пропонується використовувати інформаційні статистичні оцінки вимірюваних діагностичних сигналів типу умовна асиметрія та умовний ексцес. Обґрунтовано, що системи виміру при цьому за структурами “вхід-вихід” та “вхід-стан-вихід” являються у визначеній формі новими знаннями, які можуть бути використані в якості інформаційних сутностей при формуванні предметних галузей інтелектуальних мультиагентних систем підтримки прийняття рішень для задач автоматизованих систем керування в умовах невизначеності стану гірничих агрегатів.

Ключові слова: мультиагентні системи, сигнали, ідентифікація, агенти, умовна ймовірність.

Аннотация. Представлено формирование разных интеллектуальных информационных агентов из сопутствующих сигналов через условные моментные характеристики. Для расширения и углубления информационного обеспечения стратегических и оперативных задач автоматизированных систем управления технологических процессов горных электромеханических комплексов предлагается использовать информационные статистические оценки измеряемых диагностических сигналов типа условная асимметрия и условный эксцесс. Обосновано, что системы измерения при этом по структурам “вход-выход” и “вход-состояние-выход” являются в определенной форме новыми знаниями, которые могут

быть использованы в качестве информационных сущностей формирования предметных областей интеллектуальных мультиагентных систем поддержки принятия решений для задач автоматизированных систем управления в условиях неопределенного состояния горных агрегатов.

Ключевые слова: мультиагентные системы, сигналы, идентификация, агенты, условная вероятность.

Abstract. Forming is presented of different intellectual informative agents in the concomitant signals through the conditional momentnie descriptions. For expansion and deepening of the informative providing of strategic and operative tasks of the automated systems of management of technological processes of mountain electromechanics complexes it is suggested to use informative statistical estimations of the measured diagnostic signals of type conditional asymmetry and conditional excess. It is grounded, that systems of measuring on structures a "entrance-output and "вход-состояние-output" are new knowledges in the definite form, which can be used as informative essences at forming of subject domains of the intellectual multiagentnih systems of support of acceptance of decisions for the tasks of the automated systems of management in the conditions of indefinite state of mountain aggregates.

Keywords: multiagentnie systems, signals, authentication, agents, conditional probability

Вступ. Реально існуючі вимоги підвищення продуктивності в енергоємних технологіях гірничого виробництва на конструктивно складних та потужних агрегатах обумовлюють необхідність оптимізації процесів ідентифікації та управління в останніх. Одним з перспективних шляхів рішення даної задачі є розробка і використання для управління інтелектуальних систем, і зокрема інтелектуальних мультиагентних систем. В мультиагентних технологіях закладений принцип автономності окремих частин (агентів) спільно функціонуючих в розподіленій системі. Така технологія є украй доцільною при пошуку нових інтелектуальних методів виділення прихованої інформації про оперативний технічний та технологічний стан гірничих машин і механізмів. Інформацію цю містять перш за все супутні робочим режимам сигнали. І оскільки переважна більшість гірничих агрегатів є по архітектурі електромеханічними, то поза сумнівом тут на перше місце виступають енергоінформаційні сигнали.

Постановка задачі. Основною задачею досліджень являється формування і аналіз інформаційних можливостей використання моментних числових оцінок вищих порядків як інтелектуальних агентів, ураховуючи особливості енергоінформаційних сигналів, їх зашумленості. Ці характеристики корінним чином впливають на інтелектуальні можливості мультиагентних систем при пошуку інформації та управлінні інформаційними потоками.

Основний зміст роботи. Формування різних інтелектуальних інформаційних агентів в супутніх сигналах веде до застосування в першу чергу умовних математичних очікувань змінної виходу Y щодо змінної входу U [1, 2, 5], а також їх зворотної характеристики, що являється усередненою характеристикою форми адресного зв'язку і відобразиться як

$$M(Y | u) = \int_{-\infty}^{\infty} yf(y | u)dy ; \quad M(U | y) = \int_{-\infty}^{\infty} uf(u | y)du \cdot \quad (1)$$

При цьому система двох варіаційних векторів випадкових сигналів входу U і виходу Y , що утворюють з експериментальних вибіркового даних двовимірне кореляційне поле з умовних математичних очікувань $M(Y | u)$ формує функцію регресії, яка зв'яже середини розподілів умовних щільностей імовірностей $f(y, | u_s)$ (рис. 1) [3].

При використанні трьох параметрів входу U , стану X і виходу Y , тобто розгляді системи з трьох величин, що складають тривимірний кореляційний простір, умовні математичні очікування $M(Y | X, u)$ утворюють просторову регресійну поверхню, що своїми вузлами зв'яже середини відповідних розподілів

$$M(Y | X, u) = M[M(Y | X) | u] = \int_{i=1}^n \int_{j=1}^m yf(y | x)xf(x | u)dx dy \cdot \quad (2)$$

Для нелінійних систем квадратичний ступінь розсіювання в системі двох випадкових величин входу і виходу щодо функції регресії визначається умовною дисперсією [5].

$$D(Y | u) = M[Y - M(Y | u)]^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [y - M(Y | u)]^2 f(y | u)dy \cdot \quad (3)$$

При розгляді системи величин входу U , стану X і виходу Y , що складають тривимірний кореляційний простір, квадратичний ступінь розсіювання утворить поверхню відхилення щодо поверхні глобального умовного математичного очікування

$$D(Y | X, u) = \int_{i=1}^n \int_{j=1}^m [y - M(Y | X)]^2 f(y | x) [x - M(X | U)]^2 f(x | u) dx dy \quad (4)$$

Ідентифіковані моделі нелінійних систем з постійною, умовною дисперсією $D(Y | u)$ прийнято визначати як гомоскедастичні, а моделі з змінною умовною дисперсією $D(Y | u)$ як гетероскедастичні. Найважливіше практичне значення для вирішення задач АСК ТП ГЕМК має дисперсія умовного математичного очікування $DM(Y | U)$, що знаходиться згідно виразу

$$DM(Y | U) = M[M(Y | U) - M(Y)]^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} y f(y | u) dy - m_y]^2 f(u) du \quad (5)$$

А також середня, умовна дисперсія, що обумовлена співвідношенням

$$MD(Y | U) = \int_{-\infty}^{\infty} D(Y | u) f(u) du = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [y - M(Y | u)]^2 f(y, u) dy du \cdot$$

З робіт [6, 7] відомо, що дисперсія вихідної змінної $D(Y)$ дорівнює сумі дисперсій умовного математичного очікування $DM(Y | U)$ і математичного очікування умовної дисперсії $MD(Y | U)$

$$D(Y) = DM(Y | U) + MD(Y | U) \quad (6)$$

Останній вираз відкриває величезні можливості щодо підвищення якості діагностичної інформації, яка виділяється з енергоінформаційних сигналів. Дійсно, дисперсія умовного математичного очікування $DM(Y | U)$ характеризує ту частину із сукупних флуктуацій вихідної змінної Y , що цілком визначається тільки інформаційною динамікою вхідної змінної U .

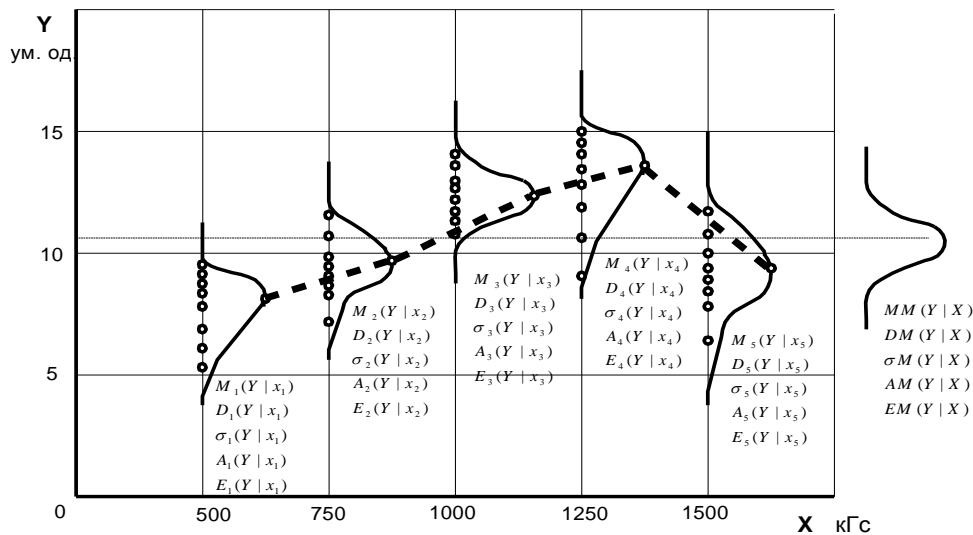


Рис. 1. Функція регресії з умовних математичних очікувань $M(Y | x)$ і закони розподілу умовних характеристик проходки на коронку від навантаження на породоруйнівний інструмент бурового комплексу

У той же час математичне очікування умовної дисперсії $MD(Y | U)$ характеризує другу складову частину загальної дисперсії вихідної змінної $D(Y)$, котра цілком визначається динамікою множини інших вхідних змінних або змінних стану, що не спостерігаються. Таким чином, при використанні інформаційних властивостей даних умовних чисельних характеристик вимірюваних сигналів в процесах керування можна здійснити глибоку цілеспрямовану фільтрацію використовуваного діагностичного сигналу, що несе в собі інформаційний вплив значної сукупності змінних. Крім того дисперсію умовного математичного очікування можливо використати і як якісну характеристику ступеня зв'язку вхідних та вихідних змінних, вхідних змінних та змінних стану, змінних стану і

вихідних змінних. А в якості характеристик ступеня невизначеності, неадекватності синтезованої інформаційної моделі розглядаємому оригіналу ГЕМК можна використовувати математичне очікування умовної дисперсії, як відображаючої оцінки множини невизначених впливаючих на об'єкт керування факторів (рис. 2).

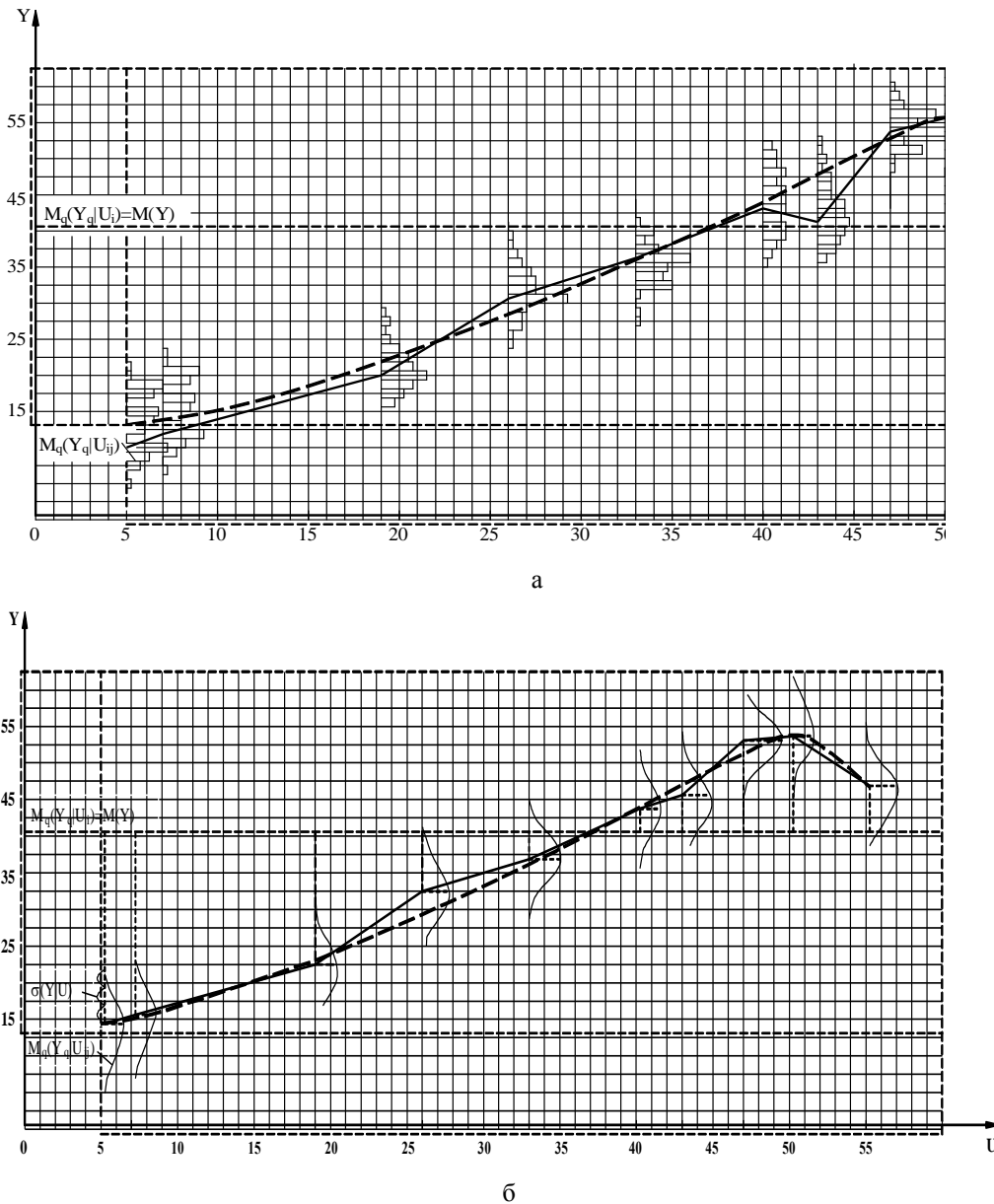


Рис. 2. Експериментальні (суцільні) і апроксимовані (пунктирні) лінії регресії, що сформовані умовними математичними очікуваннями двовимірною кореляційного поля залежності миттєвих значень потужності, що споживається привідним синхронним двигуном барабанного млина ММС 70*23 при зміні технологічного параметра заповнення барабана дрібною рудою Y (Інгулецький ГЗК)

Поряд з вказаними вище класичними оцінками, для розширення та поглиблення інформаційного забезпечення стратегічних та оперативних задач АСК ТП ГЕМК пропонується використовувати вкрай важливі інформаційні статистичні оцінки вимірюваних діагностичних сигналів такі як умовна асиметрія $A(Y|u)$ та умовний ексцес $E(Y|u)$. Ретельний аналіз робіт по напрямку автоматизація технологічних процесів виявив повне замовчування та нехтування центральними моментами вище другого порядку, як інформаційними оцінками. Тимчасом вони, в силу свого аналітично-функціонального змісту, спроможні статистично характеризувати знакові градієнтні характеристики емпіричних умовних розподілів вибіркового вимірів інформаційних діагностичних сигналів відповідно за виразами

$$A(Y|u) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M(Y))^3 f(Y|u_i)}{\sigma_y^3}; \quad E(Y|u) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M(Y))^4 f(Y|u_i)}{\sigma_y^4} - 3. \quad (7)$$

Умовна асиметрія $A(Y|u)$ і умовний ексцес $E(Y|u)$ емпіричного розподілу вибірових вимірів як оцінки третього та четвертого порядків обумовлюють визначення ступеня відхилення розподілу, що розглядається, від нормального відповідно по горизонталі та вертикалі (перпендикулярні координатні оцінки). А так як їх чисельні характеристики збільшення та зменшення обумовлюються аналогічними характеристиками умовної дисперсії, то на них можуть бути розповсюджені деякі інформаційні властивості останньої. Так може розглядатися модель для якої умовна асиметрія $A(Y|u)$ або умовний ексцес $E(Y|u)$ являються постійними (гомоскедастичність), чи модель для якої ці характеристики являються змінними (гетероскедастичність), і змінними в якій мірі. Відповідно асиметрія та ексцес умовного математичного очікування буде характеризувати відхилення від нормальної характеристики розподілу ту частину загальних флуктуацій, яку збуджує змінна умовності (входу або стану). Встає запитання про інформаційну чутливість $A(Y|u)$ або $E(Y|u)$ до оперативної зміни основних режимних параметрів ГЕМК та можливість застосування їх інформаційних властивостей в задачах АСК технологічних процесів [4, 5].

Використовуючи метод аналогії з безумовними моментними числовими характеристиками безперервних випадкових інформаційних сигналів можна скласти повний комплекс умовних статистичних числових характеристик енергоінформаційних оцінок ТП і ГЕМК у вигляді інтуїтивно зрозумілого формату визначених умовних статистичних числових характеристик енергоінформаційних оцінок безперервних і дискретних вибірових вимірів випадкових сигналів виходу Y об'єктів автоматизованого керування від векторів входу U і стану X через сформовану множинну оцінок, що відображаються [3, 7].

При використанні трьох параметрів – входу U , стану X і виходу Y , тобто розгляді системи з трьох випадкових величин для систем структури “вхід-стан-вихід”, що складають тривимірний кореляційний простір, асиметрії умовних математичних очікувань $AM(Y|X, u)$ і ексцеси умовних математичних очікувань $EM(Y|X, u)$ утворюють просторові регресійні поверхні, що своїми вузлами зв'язують середини відповідних розподілів [2, 3, 6].

Відповідно до загальних властивостей моментних функцій за аналогією з характеристиками дисперсії асиметрія вихідної змінної $A(Y)$ для системи структури “вхід-вихід” буде дорівнювати сумі асиметрії умовного математичного очікування $AM(Y|U)$, математичного очікування умовної асиметрії $MA(Y|U)$ та складової корекції за виразом

$$A(Y_u) = AM(Y|U) + MA(Y|U) + \frac{3M \left\{ [Y - M(Y|X)]^2 [M(Y|X) - MY] \right\}}{\sigma_y^3}, \quad (8)$$

і для системи структури “вхід-стан-вихід” за формулою

$$A(Y_{xu}) = AM(Y|X, U) + MA(Y|X, U) + \frac{3M \left\{ [Y - M(Y|X, U)]^2 [M(Y|X, U) - MY] \right\}}{\sigma_y^3}.$$

Так як четвертий центральний момент (ексцес) характеризує протяжність спадів розподілення, і може змінюватися від 1 до ∞ для різних законів розподілення, то доцільно використовувати його оцінку, яка дорівнює зворотній величині з його кореня (контрексцес) [5] і яка змінюється в межах 0 – 1. Тому під поняттям ексцесу та при розрахунках використовується його оцінка через контрексцес. При цьому моментна характеристика ексцесу вихідної змінної $E(Y)$ теж буде дорівнювати сумі ексцесу умовного математичного очікування $EM(Y|U)$, математичного очікування умовного ексцесу $ME(Y|U)$ та складових корекції для системи структури “вхід-вихід” у вигляді

$$E(Y_u) = EM(Y|U) + ME(Y|U) + \frac{4M \left\{ [Y - M(Y|X)]^3 [M(Y|X) - MY] \right\}}{\sigma_y^4} + \frac{6M \left\{ [Y - M(Y|X)]^2 [M(Y|X) - MY]^2 \right\}}{\sigma_y^4}, \quad (9)$$

і для системи структури “вхід-стан-вихід” за виразом

$$E(Y_{xu}) = EM(Y|X, U) + ME(Y|X, U) + \frac{4M \left\{ [Y - M(Y|X, U)]^3 [M(Y|X, U) - MY] \right\}}{\sigma_y^4} + \frac{6M \left\{ [Y - M(Y|X, U)]^2 [M(Y|X, U) - MY]^2 \right\}}{\sigma_y^4}$$

Остатні вирази (8) – (9) відкривають можливості щодо розширення та підвищення якості діагностичного інформаційного забезпечення, що виділяється з енергоінформаційних сигналів ГЕМК. Дійсно, асиметрія $AM(Y|U)$ та ексцес $EM(Y|U)$ умовного математичного очікування координатно характеризують ту частину із сукупних флуктуацій сигналу вихідної змінної Y , що цілком визначається тільки інформаційною динамікою вхідної змінної U . У той же час математичні очікування умовної асиметрії $MA(Y|U)$ та ексцесу $ME(Y|U)$ характеризують другу складову частину загальних асиметрії $A(Y)$ та ексцесу $E(Y)$ вихідної змінної Y , котра цілком визначається динамікою множини інших вхідних змінних або змінних стану, що не спостерігаються.

Висновки. Таким чином, при використанні інформаційних властивостей даних умовних чисельних характеристик вимірюваних сигналів можна здійснити глибоку цілеспрямовану фільтрацію використовуваного діагностичного сигналу, що несе в собі інформаційний вплив значної сукупності змінних. Крім того асиметрію $AM(Y|U)$ та ексцес $EM(Y|U)$ умовного математичного очікування можливо використати і як якісні характеристики ступеня зв'язку вхідних U та вихідних змінних Y , вхідних змінних U та змінних стану X , змінних стану X і вихідних змінних Y . А в якості характеристик ступеня невизначеності, неадекватності синтезованої інформаційної моделі оригіналу ГЕМК, що розглядаються, можна використовувати математичне очікування умовної асиметрії $MA(Y|U)$ та математичне очікування умовного ексцесу $ME(Y|U)$, як оцінки множини невизначених на об'єкт керування факторів, що суттєво впливають. В цілому розроблені та представлені нові числові оцінки тісноти статистичних моментних зв'язків випадкових значень енергоінформаційних сигналів систем виміру за структурами “вхід-вихід” та “вхід-стан-вихід” являються у визначеній формі новими знаннями, що можуть бути використані в якості інформаційних сутностей при формуванні предметних галузей систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень для задач автоматизованих систем керування технологічних процесів гірничих електромеханічних процесів в умовах невизначеності стану останніх.

Список літератури

1. Мещеряков Л.И. Основные задачи энергоинформационных технологий диагностирования буровых комплексов / Л.И. Мещеряков // Научный вестник НГАУ.: Науч.-техн. журнал, 2006. – №7. – С. 71–74.
2. Мещеряков Л.И. Идентификация и диагностирование технического состояния технологических агрегатов / Л.И. Мещеряков. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1997. – №1,2. – С. 30–31.
3. Мещеряков Л.И. Математические основы представления стохастических состояний диагностируемых горных агрегатов / Л.И. Мещеряков // Научный вестник НГАУ. – Днепропетровск, 2002. – №6. – С. 95–98.
4. Мещеряков Л.И. Разработка и результаты промышленных испытаний системы ранней диагностики затираний в подшипниковых узлах барабанных мельниц / Л.И. Мещеряков, И.К. Младецкий, О.В. Модзилевский, В.П. Попов, С.Г. Рудоманова, С.В. Семенов, В.В. Кукинов, / *Метрологическое обеспечение и автоматизация технологических процессов – основа повышения качества продукции горнорудных предприятий* // *Материалы научно-технической конференции*. – Губкин. – 1988. – С. 58–59.
5. *Дисперсионная идентификация* / Под редакцией Н.С. Райбмана. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 336 С.
6. Мещеряков Л.И. Моделирование динамики горных электромеханических систем для оптимизации задачи их автоматического диагностирования / Л.И. Мещеряков. // *Вибрации в технике и технологиях*, 2000. №4(16). С. 68–70.
7. Мещеряков Л.И. Стан і тенденції розвитку інтегрованих комп'ютерних технологій діагностування гірничих електромеханічних систем / Л.И. Мещеряков. // Научный вестник НГАУ.: Науч.-техн. журнал, 1999. №1. – С. 113–115.

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук, проф. Слесаревим В.В.

УДК 004.715

И.Е. Таланин, д-р физ.-мат. наук, В.И. Таланин, канд. физ.-мат. наук, С.А. Сабанов
(Украина, г. Запорожье, Запорожский институт экономики и информационных технологий)

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ МАРШРУТИЗАЦИИ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ CISCO

Аннотация Рассмотрены программно-аппаратные особенности коммуникационного оборудования Cisco. Создан полнофункциональный программный комплекс, позволяющий проводить интерпретацию состояния виртуальных маршрутизаторов, снятие показателей производительности центрального процессора и выполнение анализа его загрузки.

Ключевые слова: виртуализация, маршрутизация, мониторинг