

Особенно показательны результаты применения системы с предложенными критериями принятия решений для распознавания состояния объекта, находящегося в изношенном состоянии: точность распознавания становится заметно выше, нежели у ранее известных методов.

Применение обучаемого сумматора для распознавания текущего состояния системы гидротранспорта и прогнозирования развития ситуации, является оправданным подходом.

#### Список литературы

1. Приходченко С.Д. Анализ современных моделей гидротранспортных систем/ С.Д. Приходченко// Гірнична електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ, НГУ, 2007. – Вип. 78. – С. 56–62
2. Приходченко С.Д. Зависимость спектра потребляемой мощности электродвигателя от физических параметров механизма. / С.Д. Приходченко // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 64. – С. 123–129
3. Приходченко С.Д. Застосування суматора, що здатен до навчання, в системі підтримки прийняття рішень для внутріфабричного гідротранспорту/ С.Д. Приходченко //Гірнична електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ, НГУ, 2010 – Вип. 85. – с. 96–102
4. Ус С.А. Методи прийняття рішень: навч. посібник /С.А. Ус – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 212 с.
5. Приходченко С.Д. Анализ результатов промышленных испытаний двигателей шламовых насосов. // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2007. – Вып. 69. – С. 84–90

Рекоменд

УДК 004.423..46:620.9-04

**В. В. Радченко, канд. техн. наук.**

(Україна, Запоріжжя, Запорізька державна інженерна академія)

### СЕМАНТИКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

У сучасній енергетиці значна увага приділяється питанням підвищення якості електричної енергії, швидкодії й надійності роботи як окремих енергоблоків, станцій, так і енергетичних систем у цілому. Особливо важливе це стосовно умов гідроенергетики й обумовлено її відповідальною функціональною системою роллю – мобільного резерву потужностей енергетичної системи. Тому частка динамічної складової в роботі устаткування гідроелектростанцій істотно й невідносно зростає. Пошук можливостей підвищення динамічних якостей гідроелектростанцій та їх систем збудження як засобу підвищення якості електроенергії, що виробляється ГЕС, та їх загальної ефективності є своєчасною й актуальною задачею.

На цей час зазначені проблеми вирішуються різними підходами й методами. Однак вони зазвичай не враховують змістовних чинників процесів, що безпосередньо впливає на якість таких рішень та їх суттєву надмірність.

Семантика інформаційних складових енергетичних процесів має важливе значення для їх ефективної організації. Саме семантична інформаційна складова енергетичного процесу має основне значення в його організації. Інформаційні складові енергетичних процесів охоплюють та пронизують їх плин, виконуючи структуруючі функції. Їх можливо визначити як в тілі основного процесу, так і в колах контролю й керування, рис. 1. Кожен з випадків має певні особливості й обмеження з точки зору їх змістовного, семантичного забезпечення.

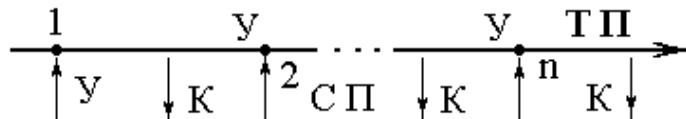


Рис. 1. Загальний вигляд реалізації технологічної схеми:  
Т П – технологічний потік; СП – семантичний інформаційний потік; К – потік контролю;  
У – потік управління (керування)

Технологічний потік має й фізично містить інформаційну семантичну складову в своєму складі. Однак її врахування й практичне використання багато в чому залежить від можливостей виділення. Рівень виділення теж має відповідні особливості й можливості. Основна структура забезпечення ТП визначається за інформаційними критеріями, рис. 2.

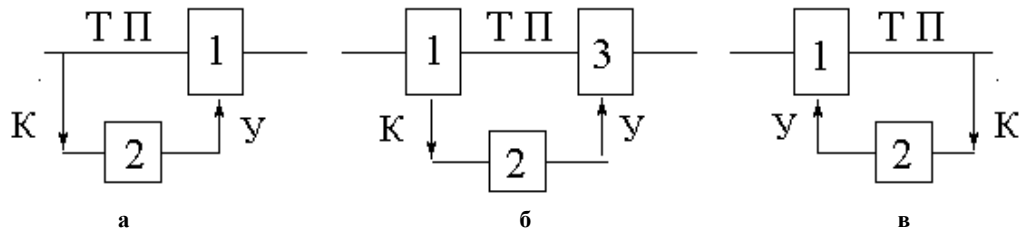


Рис. 2. Основні структури інформаційного забезпечення ТП: а – прямого зв'язку; б – посереднього та в – зворотного зв'язків

Наведені структури визначаються точками контролю  $K$  й керування  $U$  процесу, що фактично обумовлює їх функціональні можливості.

Слід також розглянути й індивідуальну сутність зазначених процесів.

Рух інформації – це орієнтований комунікаційний процес, створюючий відповідні потоки.

Інформаційний потік повинен мати в своєму складі щонайменше одну векторну величину – напрям. Поле напрямку інформації безпосередньо формує її потоки. Потік векторного поля

$$\vec{a}(P) = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k},$$

через поверхню  $S$  у напрямі одиничного вектора нормалі

$$\vec{n} = (\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma)$$

визначається як

$$\vec{I} = \iint_S (\vec{a} \cdot \vec{n}) dS = \iint_S a_n dS,$$

де  $a_n$  – проекція вектора  $\vec{a}$  на вектор  $\vec{n}$ .

Потік в загальному вигляді являє собою інтеграл наступного змісту

$$\vec{I} = \iint_S a_x dydz + a_y dx dz + a_z dx dy.$$

Важливим також є й комунікаційний аспект вказаного процесу. Комунікаційні характеристики каналів у загальному вигляді визначаються їх пропускну здатністю та динамічними якостями.

Слід зазначити, що постійні часу каналу керування в системах зі зворотними зв'язками істотно змінюють загальні динамічні властивості системи регулювання напруги на основі синхронного генератора та характер перехідного процесу.

Інформаційні потоки у свою чергу формують семантичні і змістовні масиви і множини.

Змістова частина інформації об'єкта визначається його предметною областю – вона предметно зорієнтована.

Інформаційний простір будь-якого об'єкта достатньо інтегрований, об'єктно зорієнтований, структурований, визначає необхідну інформаційну сферу системи.

Розмірність простору переважно визначається числом контрольованих чинників, що найчастіше виконують функції відповідних координат [1].

Узагальнений інформаційний простір будь-якої системи взагалі можливо подати у такому вигляді:

$$\prod_{n=1}^N (I) = \sum_{i=1}^K \iiint_{I_{(1, \dots, N)}} f(I_i) dI_{(1, \dots, N)}, \quad (n = 1, N; i = 1, K)$$

де  $I_i$  –  $i$ -та інформаційна складова.

Наведений математичний опис абстрактного  $n$ -мірного простору можливо прийняти як загальний. Простір у свою чергу складається з множин й відображається масивами значень.

Слід також зазначити, що математичне поняття множини багато в чому інтуїтивно і точного визначення не має [2].

Проте, при цьому, множина однозначно складається з елементів. Приналежність елемента  $a$  множині  $E$  можна записати так:  $a \in E$ . Підмножина  $A$  є частиною множини  $E$ , тобто  $A \subseteq E$ .

Структурована множина значень або чисел згідно з визначенням, вважається масивом. Інформаційні множини так чи інакше пов'язані з інформаційними просторами і містять семантичні підмножини.

$$\prod_{n=1}^N (I) = \sum_{i=1}^N I_i .$$

Семантичні масиви  $S$  є частиною масивів інформаційних  $I$  і записують так:  $S \subset I$ .

За умови однозначного відображення елемента  $s \in S$  на  $I$  можливо стверджувати, що згідно з математичними перетвореннями потужності цих множин фактично однакові.

Стосовно інформаційної потужності множин, то вона перш за все визначається їх семантичними якостями

$$\frac{N}{P} (I) = \sum_{i=1}^N I_{ci}(x_E).$$

Використовуючи фізичні аналогії, на основі поняття інформаційної потужності цілком можливо і логічно допустимо обчислити інформаційну енергію множин. Ця енергія переважно семантична, змістовна

$$\frac{N}{W} (I) = \frac{N}{P} (I) \cdot T,$$

де  $T$  – часовий період інформаційного впливу.

Таким чином з'являється реальна можливість на практиці враховувати вплив енергетичної основи семантичної складової інформації, що діє.

Важливим аспектом ефективного створення технічних систем є масиви і множини сенсів.

Масиви і множини сенсів є частиною семантичних, – цілеспрямованих. Вони індивідуальні і унікальні, відповідно до конкретних ситуацій, обставин, цілей та вирішуваних задач.

Під змістовною множиною  $I_S$  розуміється саме така частина семантичних множин, яка забезпечує досягнення цільових результатів. При цьому  $I_S \subset S$

і

$$I_S = \{x | x \in S, x \leq S\}.$$

Зазначені множини можуть бути як кінцевими, так і нескінченними розрахунковими величинами [3], тобто для  $I_S$  існує однозначне відображення в  $S$ .

При цьому цільові функції найчастіше виконують роль своєрідних обмежень, які можуть записуватися у вигляді чисел або залежностей.

Якщо, наприклад, йдеться мова про межі контролю будь-якого параметра, то встановлюються його верхнє  $G$  й нижнє  $g$  значення, тобто

$$G = \sup I_S = \sup_{x \in I_S} x; \quad g = \inf I_S = \inf_{x \in I_S} x.$$

При цьому  $\sup I_S \in I_S$  вважається максимальним елементом множини сенсів, а  $\inf I_S \in I_S$  його мінімальним допустимим елементом, що дозволяє таким чином визначити змістовні межі зміни цільових завдань. Існують також варіанти одностороннього обмеження множин. Такі множини мають одну грань, верхню або нижню.

Разом з тим існують реальні ситуації, в яких множина сенсів може набувати вигляду точкових множин  $R^n$  і числових, для випадку  $n = 1$ , у вигляді числової прямої.

Так, для деяких точок  $P(x_1, \dots, x_n)$  і  $Q(y_1, \dots, y_n)$  простору  $R^n$  можливо визначити відстань й простору пряму що їх з'єднує.

$$d(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} .$$

Для окремої точки  $P$  простору  $R^n$  можливо визначити її оточення з деяким  $\varepsilon > 0$ .

$$U_\varepsilon(P_0) = \{P | d(P, P_0) < \varepsilon\}.$$

Таке  $\varepsilon$ -оточення точки  $P_0$  за виглядом об'ємне, складається, таким чином, з усіх внутрішніх точок  $n$ -мірного шару радіусом  $\varepsilon$  з центром в точці  $P_0$ , рис. 3.

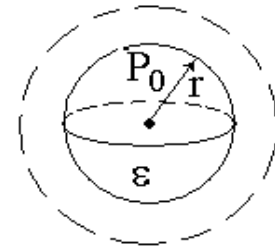


Рис. 3. Змістове оточення точки простору

Слід зважати на те, що змістове оточення має дещо меншу сферу оскільки є частиною інформаційної складової, позначеної пунктиром.

Цілком можливо також й інше подання областей змістовної інформації, що виділяються і визначаються індивідуально під конкретні цілі при розв'язанні конкретних задач.

Як приклад такого підходу розглянемо можливість реалізації безінерційного вимірювання відхилення змінної напруги від заданого значення в системі збудження гідрогенератора.

Для цього, перш за все, необхідно виділити семантичну область, чутливу до зміни змінної напруги. Виділення області істотної змістовної складової при цьому є самостійним важливим завданням організації інформаційного забезпечення будь-якого процесу. При існуючих кількісних підходах вона, як правило, часто побічно вирішується за рахунок організації необхідної кількості функціонально орієнтованих інформаційних каналів. Це означає, що для керування напругою в кращому разі створюється відповідно канал контролю напруги, часто не один, струмом – канал контролю струму і т. п. Окрім цього, як правило, вимушено використовуються ще й додаткові канали стабілізації процесів та ін.

Це явний екстенсивний підхід, який досить часто істотно ускладнює системи керування, знижуючи функціональну надійність, й по суті не підвищуючи їх ефективність.

Проте використання можливостей запропонованого семантичного підходу шляхом формування необхідних семантичних областей дозволяє виключити вказану вище необхідність за рахунок повнішого і глибшого застосування існуючих змістовних можливостей реалізації процесів.

Для цього необхідно, перш за все, концептуально визначитися з основними умовами розподілу інформації про контрольований процес.

Розглянемо можливість семантичної реалізації завдання контролю значення змінної напруги. У даному додатку операційний цикл у вигляді півперіоду досить повно забезпечує необхідну однозначність фізичного рішення задачі.

Слід зазначити, що розподіл невизначеності та інформації в межах півперіоду змінної напруги дещо різний [4], рис. 4.

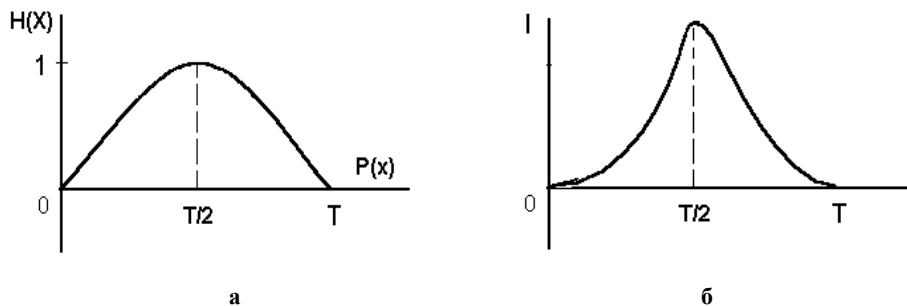


Рис. 4. Розподіл невизначеності та інформації півперіоду змінної напруги: а – характер зміни ентропії синусоїдального сигналу; б – розподіл змістовної інформації

Слід урахувати, що розподіл інформації в просторі півперіоду про зміну значення напруги має істотно нелінійний характер.

Стосовно зміни поточного значення напруги, то більш семантично інформативною є саме вершина синусоїдального сигналу відносно до його основи. Саме інтегральна область у вершині дає максимум змістовної інформації про значення напруги і його поточну зміну. Вона по суті є відображенням поточного значення напруги

$$\varphi: I_u \rightarrow I_s.$$

Важливою в даному випадку також є і семантична стабільність області у межах основи синусоїди.

Таким чином, цілком логічно, виправдано і допустиме використання певної виділеної характерної області у вершині синусоїди як інформативної семантичної про зміну поточного значення напруги і відповідної області у межах основи синусоїди, як своєрідної опорної величини для порівняння, рис. 5.

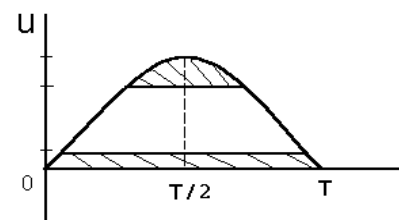


Рис. 5. Характерні області виділення змістовної інформації

З урахуванням існуючих норм стабільності частоти змінної напруги, а також операційних можливостей, такі заходи можливо вважати цілком коректними, достатніми й стабільними в плані проведення вимірювань за такою схемою:

$$f(\Delta U) = \int_0^T U_{CONST} dt - \int_0^T (U_{VAR} - U) dt.$$

Важливою умовою забезпечення необхідної точності вимірювань є та обставина, що практично протягом операційного циклу, частота і амплітуда істотно змінитися не можуть. Це обумовлено синхронізмом та інерційними характеристиками перетворювачів енергії, зокрема, гідрогенераторів.

Що важливо з практичної точки зору, то при такому підході забезпечуються необхідна якість і однозначність результатів вимірювальних перетворень.

На базі початкових посилення стала можливою розробка теоретичної основи і моделей ефективного швидкодіючого методу вимірювань і перетворень сигналів для регулятора напруги системи збудження гідрогенератора [5].

#### **Основні висновки:**

1. Кількісні характеристики інформації не відображають її семантичних особливостей, у більшості випадків не забезпечують потрібного рівня функціональності технічних систем.
2. Кількісні інформаційні методи в системах керування є джерелом екстенсивних технологій.
3. Наведені інструменти виділення й використання семантики технічних процесів достатньо універсальні в практичних додатках.
4. Виділення семантичних складових дозволяє істотно підвищувати технічний рівень їх практичного використання.
5. Застосування семантичних компонентів має індивідуальні ознаки, часто вимагає точного їх виділення й масштабування.

#### **Список літератури**

1. Янке Е. Специальные функции / Е. Янке, М. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1968. – 344 с.
2. Пизо Ш., Заманский М. Курс математики: алгебра и анализ. – М.: Наука, 1971. – 656 с.
3. Бронштейн И. И., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
4. Радченко В. В. Інформаційні аспекти підвищення ефективності регулювання / В. В. Радченко // Електричний журн. – 1999. – № 1. – С. 23–29
5. Пожуев В. И., Радченко В. В. Информационно-энергетическое обеспечение диагностики, контроля и управления в энергетических объектах: монография.– Запорожье, ЗГИА, 2011. – 182 с.

*Рекомендовано до друку*

УДК 621.926:534.16

**Е.В. Кочура, д-р техн. наук, Жамиль Абельрахим Жамиль Альсайде**  
(Україна, Днепропетровск, Государственный ВУЗ "Национальный горный университет")

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ВЫХОДА МАГНИТНОГО ЖЕЛЕЗА ПО СИГНАЛАМ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ СЕПАРАТОРА**

### **Состояние вопроса**

Автоматический контроль технологическими переменными процесса обогащения является неотъемлемым условием повышения технико-экономических показателей обогащения железных руд. Важнейшими показателями процесса обогащения железных руд на магнитообогатительных фабриках являются массовая доля железа в руде, хвостах, концентрате, извлечение и выход железа в концентрат. В Национальном горном университете разработаны системы автоматического контроля массовой доли магнитного железа в продуктах обогащения [1, 2] по сигналам магнитной индукции в рабочих зонах магнитного сепаратора. Однако для управления процессами магнитного обогащения необходимо решить задачу автоматического контроля извлечения и выхода магнитного железа по сигналу магнитной индукции магнитного сепаратора.