УДК 621. 192

О.О. МОРОЗОВ

Військовий інститут внутрішніх військ МВС України

ФОРМАЛІЗОВАНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В статті на підставі аналізу інформаційних зв'язків між елементами системи метрологічного забезпечення та із "зовнішнім" середовищем представлена формалізована модель управління цією системою. Модель управління представляється кібернетичною системою.

управління, система метрологічного забезпечення, система управління, складна організаційно-технічна система, стан системи

Вступ

Створення систем управління (СУ) складних організаційно-технічних систем (СОТС) вимагає інформаційного опису процесу управління ними, тобто математичної моделі, яка б адекватно відображала процес управління в інформаційному аспекті. Така модель повинна встановлювати інформаційні потоки між елементами системи, а також між системою та "зовнішнім" середовищем. Для рішення такої задачі СУ СОТС доцільно представляти як кібернетичну систему [1, 2].

Сучасний етап розвитку виробництва, інші галузі діяльності характеризуються зростанням ролі метрологічного забезпечення (МлЗ), а, отже, і необхідністю створення відповідних систем МлЗ (СМлЗ). Такі системи за своїм складом, механізмами функціонування, завданнями, що ними вирішуються, розосередженістю їх активних елементів по об'єктах МлЗ є складними організаційно-технічними системами. Тому як і для будь-якої СОТС реалізація їх потенційних можливостей суттєво залежить від ефективності управління ними.

Однією з особливостей функціонування переважної більшості СМлЗ є жорстка підпорядкованість мети та умов їх функціонування системам вищого рівня, які визначають головну мету функціонування той чи іншої галузі, виробництва тощо. З точки зору системних досліджень це так звані "зовнішні" фактори [3, 4].

Очевидно, що при дослідженні питань створення систем управління метрологічним забезпеченням, визначальною повинна бути процедура формалізації уявлення про внутрішні та зовнішні інформаційні потоки, алгоритми формування управлінських рішень тощо.

Отже проблема формалізованого представлення систем управління актуальна і для систем такого класу.

Проблеми створення СУ МлЗ представлені у численних роботах [5 – 11]. Але їх аналіз показує, що ці задачі вирішуються переважно на рівні підприємств. При цьому головною метою таких систем управління є збирання та узагальнення інформації. Аналітичні функції практично відсутні. Спрощений підхід щодо опису систем управління, не урахування інформаційних зв'язків із "зовнішнім" середовищем призводить до неадекватного представлення такої системи, низької ефективності рішень щодо створення систем управління метрологічним забезпеченням.

Метою статті є формалізоване представлення процесу управління СМлЗ з урахуванням інформаційних зв'язків між її елементами та із "зовнішнім" середовищем.

© О.О. Морозов

Результати досліджень

На системи метрологічного забезпечення загалом можуть впливати декілька систем забезпечення (ЗС), яких у загальному випадку може бути *n*. Сукупність цих систем можна визначити як "зовнішнє" середовище" або метасистему" [12]. Стан системи метрологічного забезпечення визначається станом всіх її компонентів, ЗС, а функціонування – це є процес зміни і станів компонент системи метрологічного забезпечення і цих систем.

Нехай z_t – стан СМлЗ – $S_{Мл3}$, у момент часу t. При цьому $z_t \in Z$, де Z – множина всіх її можливих станів. У загальному випадку z_t є n-мірний вектор $z_t = \|z_{1t}, z_{2t}, ..., z_{nt}\|$.

Позначимо z^t траєкторію процесу зміни станів системи $S_{Мл3}$ до моменту t, тобто при дискретному часі (t =0, 1, 2,…):

$$z^t = \{z_0, z_1, z_2, ..., z_t\}. \qquad (1)$$

Стан z_t системи $S_{Мл3}$ до моменту часу t залежить від траєкторії процесу до моменту t, тобто від передісторії процесу:

$$z_t = \left\{z^\ell,\ \ell \le t\right\}.$$

Крім того, стан z_t залежить від всієї сукупності керуючих впливів ОУ ЗС та СМлЗ на їх сили та засоби до моменту часу t, а також від зовнішніх факторів впливу на СМлЗ, частка яких має випадковий характер $\Lambda^в$, а інша частка може бути віднесена до природної Λ^n та поведінчатої $\Lambda^{пв}$ невизначеності $\Lambda_J = \Lambda_J^n \cup \Lambda_J^{пв}$.

Таким чином, вхід X системи $S_{Мл3}$ об'єднує декілька складових:

1) способи використання активних елементів (стратегії) системи $S_{Мл3}$ $u_t \in U$, що формує її орган управління, де U – множина допустимих стратегій;

2) способи використання інших елементів системи $S_{Мл3}$ $v_t \in V$, що формує її орган управління, де V – множина допустимих стратегій ($V = \Lambda_J^{пв}$);

3) випадкові збурення $\Lambda^в$;

4) збурюючи впливи нестохастичного характеру Λ_J^n, що мають природну невизначеність.

Всі перелічені складові входу можуть залежати від часу $t \in T$, де T – множина моментів часу. В цьому випадку $x(t) \in X$, де X – множина всіх вектор-функцій входу (функціональний простір вхідних змінних).

Тобто маємо

$$z_t = \varphi_z\left(z^{t-1}, u^{t-1}, v^{t-1}, \lambda^в, \lambda_J^n\right), \qquad (2)$$

де z^{t-1} – траєкторія процесу зміни станів системи $S_{Мл3}$ до моменту t, ($z^{t-1} = \{z_0, z_1, z_2, ..., z_{t-1}\}$);

u^{t-1}, v^{t-1} – сукупність стратегій ОУ системи $S_{Мл3}$ та інших елементів системи до моменту t, ($u^{t-1} = \{u_0, u_1, u_2, ..., u_{t-1}\}$, $v^{t-1} = \{v_0, v_1, v_2, ..., v_{t-1}\}$);

$\lambda^в$, λ_J^n – значення факторів збурення.

Символічний запис оператора (2) зручний у вигляді відповідності

$$\varphi : Z \times U \times V \times T \times \Lambda \to Z, \qquad (3)$$

де $\Lambda = \Lambda^{вф} \cup \Lambda^в \cup \Lambda_J^n$ ($\Lambda^{вф}$ – множина визначених факторів (впливів));

$\times$ – пряме перемноження множин.

Вихід системи $S_{Мл3}$ відображає досягнутий до моменту часу t результат її функціонування y^t. У загальному випадку y^t є керований випадковий процес $\{y_0, y_1, ..., y_t\}$ з дискретним або безперервним часом.

Вихід системи $S_{МлЗ}$ до моменту t залежить від процесу z^t зміни стану системи до моменту t, від стратегій u^{t-1} ОУ системи метрологічного забезпечення та інших об'єктів системи v^{t-1}, а також від випадкових збурень $\Lambda^в$ та збурень нестохастичного характеру Λ_J^n. Оператор виходу у загальному виді можна записати наступним чином:

$$y^t = h\left(z^t, u^{t-1}, v^{t-1}, \lambda^в, \lambda_J^n\right). \quad (4)$$

Якщо Y – область визначення вихідної змінної, то оператор виходу зручно записати у символічній формі у вигляді відповідності

$$H : Z \times U \times V \times T \times \Lambda \to Y. \quad (5)$$

На рис. 1 наведена схема управління СМлЗ у складі ЗС.

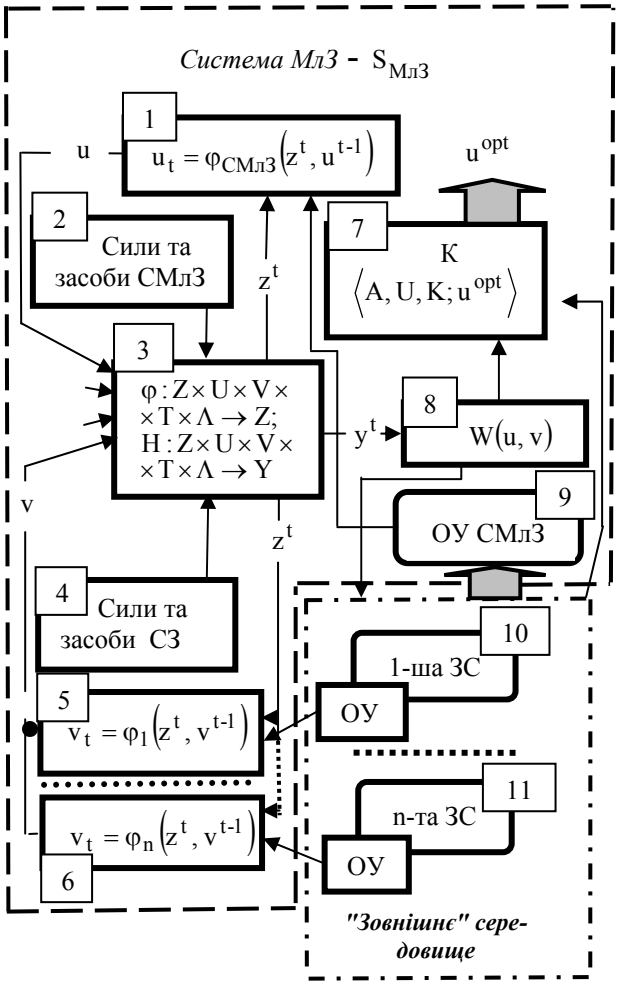

Рис. 1. Загальна схема управління СМлЗ

Блок 3 відображає оператори переходу φ (3) та виходу H (5).

Сили та засоби СМлЗ і ЗС відображені на схемі блоками 2 та 4 відповідно.

У блоці 8 формується показник ефективності функціонування СМлЗ $W_{СМлЗ}(u, v)$.

Управлінські рішення ОУ ЗС (метасистеми або "зовнішнього" середовища) та ОУ СМлЗ формуються у блоках 1, 4 – 6.

При багатошаговому процесі управління СМлЗ з блоку 3 в ці блоки надходять значення z^t процесу до моменту часу t.

Блок 9 відображає ОУ СМлЗ. Органи управління ЗС відображені блоками 10 та 11.

Блок 7 відображає критерій ефективності функціонування системи $K_{СМлЗ}$. У цьому блоці формується задача вибору управлінського рішення щодо раціональної (оптимальної) стратегії u^{opt} використання сил та засобів МлЗ з множини допустимих стратегій U, використовуючи критерій $K_{СМлЗ}$, при сформульованій меті $A_{СМлЗ}$ функціонування СМлЗ та передбачених діях інших систем, що відображаються їх стратегіями $v \in V$ (блоки 1, 4-6).

Блоки 10 – 11 формують зовнішнє доповнення для задачі управління. Вони не входять безпосередньо до СУ СМлЗ. Але їх є визначальним при формуванні мети $A_{СМлЗ}$ у вигляді результату, що вимагається, встановленні множини допустимих стратегій U, обмежень на сили та засоби ЗС, а також для обґрунтування вибору критеріїв ефективності функціонування як СУ, так і самої системи метрологічного забезпечення.

Висновки

1. Для забезпечення адекватності моделей управління СОТС, зокрема СМлЗ, необхідно враховувати як внутрішні зв'язки керованої системи, так і її зв'язки із "зовнішнім" середовищем.

2. Модель управління системою метрологічного забезпечення доцільно представляти як кібернетичну.

3. Формальне представлення процесів управління складною організаційно-технічною системою повинно бути визначальною стадією створення їх систем управління.

Література

1. Кузин Л.Г. Основы кибернетики. – М.: Энергия, 1974.– 504 с.

2. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики: Учеб. пособие для ВУЗов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат,1987. – 496 с.

3. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1979. – 312 с.

4. Проектировние организационных структур: методы и алгоритмы / Б.М. Герасимов, В.И. Глуцкий, А.А. Рабчук. – К.: БФ "Миротворець", 2000. – 206 с.

5. Автоматизация метрологического обслуживания средств измерений промышленного предприятия / В.У. Игнаткин, В.В. Крещук, В.И. Кривоцюк, Н.Н. Грунский, М.А. Якушкин / Под ред. В.У. Игнаткина. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 208 с.

6. Крещук В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 200 с.

7. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. / Под ред В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.

8. Курников И.Б., Рабинович Б.Д. Экономика, организация и планирование метрологического обеспечения народного хозяйства. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 237 с.

9. Сычев Е.И., Храменков В.Н., Шкитин А.Д. Основы метрологии военной техники. – М.: Воениздат, 1993. – 396 с.

10. Основы эксплуатации средств измерений / В.А. Кузнецов, А.Н. Пашков, О.А. Подольский и др.; Под ред. Р.П. Покровского. – М.: Радио и связь, 1984. – 184 с.

11. Морозов Р.П. Автоматизированная система управления обслуживания приборов и оборудования. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 183 с.

12. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – 328 с.

Надійшла до редакції 2.11.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаєв, Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка.