

УДК 0.07.1:531.8

ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ І ЗБОРУ ДАНИХ

Болбот І.М., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Тел. (044) 527-83-82

Анотація - розглядаються ергономічні аспекти систем диспетчерського управління і збору даних так званих SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) -систем. Вказується роль системного аналізу і ієрархічного підходу для отримання оптимального рішення.

Ключові слова - ергономічність, SCADA-система, ергодична система, багаторівнева система, математичне моделювання.

Постановка проблеми. Рішення конкретної технічної задачі складається з наступних етапів: дослідження системи, до якої відноситься дане завдання, з метою визначення оптимального технічного рішення у функціональному, енергетичному та економічному відношенні; процесу проектування; споруди або системи; експлуатації і обслуговування.

Аналіз останніх досліджень. Чималу роль відіграє підготовка кваліфікованих фахівців. Всі ці зазначені етапи повинні відповідати, також умовам ергономіки [1, 2], тобто відповідати вимогам до технічних пристроїв, що обслуговуються.

Формулювання мети статті. Розробити ергономічні аспекти систем диспетчерського управління і збору даних так званих SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) –систем, встановити роль системного аналізу і ієрархічного підходу для отримання оптимального рішення.

Основна частина. Під час дослідження аналізувалися теоретичні джерела з проблем ергономічного проектування автоматизованих систем, інноваційних високотехнологічних розробок, вивчався та узагальнювався передовий досвід впровадження SCADA – систем, використовувалася статистичний матеріал та метод статистичного аналізу.

Ергономічний підхід при проектуванні технічного пристрою включає вирішення наступних питань:

- визначення структури алгоритмів можливої діяльності оператора в різних режимах експлуатації установки (об'єкта);
- визначення рівня автоматизації і розподіл функцій між оператором і автоматизованими системами по виконанню операцій управління і контролю;
- побудова матриці взаємозв'язків користування органами управління і визначення взаємозв'язків органів управління (ОУ) і засобів відображення інформації (ЗВІ);
- розробка методами математичного моделювання наочно-функціональної моделі діяльності (НФ-моделі);
- аналітичні розрахунки стереотипності робочого процесу, логічної складності, швидкості переробки інформації, інтенсивності і загальної складності виконання алгоритму, емоційної напруженості, складності огляду інформаційного поля, досяжності органів управління, сумарної довжини маршруту оперативних дій, математичного очікування часу безпомилковості виконання операцій алгоритму, ергономічності поста управління;
- ергономічні рекомендації по організації діяльності і поста управління.

Аналіз, синтез і оптимізацію технічних систем слід засновувати на методі системного аналізу. Теорія систем характеризується наступними особливостями [3]:

- система є сукупністю елементів, які у свою чергу можуть розглядатися як системи, залежно від структури технічного об'єкту;
- для системи характерна наявність інтегральних властивостей, тобто властивостей, властивих лише системі в цілому, але не властивих жодному з її елементів окремо;
- для будь-яких систем характерна наявність істотних зв'язків між елементами, що дає можливість виділити систему у вигляді цілісного самостійного об'єкту дослідження.

Системний аналіз включає наступні етапи:

- побудову моделі, тобто формалізація досліджуваного явища або процесу. Цей етап припускає опис процесу за допомогою математичної моделі.
- постановку завдання, тобто опис операції. При цьому слід сформулювати оптимізаційне завдання

$$f(x) \rightarrow \max, x \in E, \quad (1)$$

де x - елемент деякого нормованого простору E , що визначається природою моделі.

Завдання дослідження трактується як деяка оптимізаційна про-

блема, яку необхідно вирішити.

Слід підкреслити, що особливістю поступового розвитку, тобто еволюції всіх процесів, зокрема технічних, є їх ієрархічність [4-6]. Новий рівень синтезу системи виникає на основі обліку властивостей елементів попереднього рівня ієрархії. При цьому спостерігається закономірність: чим складніше система, тим більша вірогідність збільшення числа шляхів її розвитку [7].

Для більшості явищ характерне те, що мінливість, випадковість і невизначеність з'являються в контексті необхідності, тобто законів, що керують рухом матерії і розвитком її організаційних форм. При переході через нестійкість і нерівнозначних умов формується нова структура, що замінює попередню. Причому для кожного досліджуваного ступеня ієрархії синтезуються нові умови, відмінні від умов на попередніх ступенях. Це є предметом вивчення синергетики, в центрі уваги якої знаходяться якісні зміни, як в статичній, так і в динамічній поведінці системи, зокрема при біфуркації [8.10].

Цілком обґрунтованим слід враховувати метод оптимального рішення, заснований на аналізі ієрархічних структур із заданими параметрами на базі критерію впорядкування інваріантів. При цьому з'являється можливість формалізувати оцінку топологічної складності таких структур і помітно скоротити число зв'язків, що спрощує алгоритм моделювання і управління. Інваріантний критерій включає в узагальненій формі комплекс параметрів даної структури.

При ієрархічному підході виділяються об'єкти управління у вигляді технічної і людської ланок. Остання складова забезпечує не тільки функції програмно-інформаційного забезпечення, але і організаційну саморегуляцію комутативної системи і її ланок. Це дозволяє зберегти задані динамічні властивості системи людина – машина – середовище і забезпечувати надійність її функціонування.

Для ефективного вирішення подібних завдань передбачається [11] застосовувати формальну модель ієрархічної багаторівневої системи. Система S розбивається на S_i , зв'язані підсистеми. Послідовність узгоджених змін структури або параметрів підсистем S_i викликає зміну всієї системи S , що приводить до системи більш високого рівня S' . Система аналізується аналогічним чином.

Ефективність функціонування людини в системах автоматизації є істотною умовою забезпечення продуктивності і надійності ергономічних систем (ЕС). Зокрема ставиться конкретне завдання: забезпечити необхідний рівень готовності, кваліфікованість і ефективність діяльності оператора ЕС (на прикладі користувачів SCADA-систем) і контрольованими параметрами процесу підготовки: тривалість підготовки і ресурси (програмні засоби підготовки, методична і технічна підтримка).

Способом рішення задачі є оптимізація рівня готовності $\Phi(G(t), R, T)$ операторів ЕС у вигляді гарантованої оцінки

$$Y^* = \min_R \max_{G(t)} (G(t), R, T), \quad (2)$$

де $G(t)$ - функція розподілу часу безпомилкового виконання завдання оператором в стані готовності;

R - ресурс, необхідний для забезпечення необхідного рівня готовності;

T - час досягнення рівня готовності.

Необхідно відзначити, що кожна властивість якості структурної складової технічної системи, як і системи в цілому визначається двома числовими параметрами - відносним показником і вагомністю. Грунтуючись на такій вихідній позиції, можна виробити загальний алгоритм комплексної оцінки якості досліджуваного пристрою або системи.

Для цієї мети необхідно сформулювати стратегію управління підготовкою фахівців, запропонувати відповідні методи, алгоритми, структуру програмно-методичного комплексу, фахівців, що відносяться до підготовки, в даній області діяльності.

Необхідне вирішення ще однієї важливої проблеми - адаптивність ланок соціо-технічної системи (людина-людина, людина-машина, людина-середовище). Критеріями рішення такої задачі є: час, стабільність, зв'язність. Пропонується наступний методичний підхід.

Виділяються об'єкти управління у вигляді машинної і людської ланок. Останній забезпечує не тільки функції програмно-інформаційного забезпечення, але і організаційну саморегуляцію комутативної системи і її ланок. Це дозволяє зберегти задані динамічні властивості системи людина - машина - середовище і забезпечувати надійність її функціонування в умовах даного середовища.

Методом управління таких систем є переорієнтація цільових функцій, що дозволяють вести розбиття впорядкованих неоднорідностей шляхом обриву зв'язків інтегральної підмножини через певні проміжки часу.

Способом вирішення задач є досягнення рівня зростання незалежної змінної введенням прогностичних функцій у вигляді покрокової гарантованої стратегії управління

$$S_{ii} = \sum_{k \in N} [f(z_p) - f(z_{np})] - \min, \quad (3)$$

де $f(z_p), f(z_{np})$ - відповідно значення функцій зростання незалежної змінної і стратегію управління.

При цьому функція зростання незалежної змінної і функції досягнення мети визначають покрокові втрати системи у відсутності управління і стратегію управління.

Висновки. Викладений матеріал ґрунтується на основі припущень про універсальність моделей з сімома змінними, розроблених автором з використанням статистичного матеріалу, які дозволяють формалізувати деякі сторони інтелектуальної діяльності людини, а також дають можливість через встановлені закономірні зв'язки (біологічні витoki психології, соціології і кардинальної анатомії - біопсика) моделювати деякі сторони психологічної діяльності людини за допомогою математичних моделей і створювати самі кібернетичні пристрої. При цьому оцінка ергодичних параметрів є складовою частиною загальної оцінки якості і технічного рівня об'єкту або системи.

Література

1. Ергономіка в будівництві : підручник / А.С. Беліков, В.А. Шевяков, В.В. Мелашич [та ін.] ; під ред. д.т.н., проф. А.С. Белікова. – Дніпропетровськ : ІМА-прес, 2009. – 208 с.
2. ДСТУ ISO 6385 – 99. Державний стандарт України. Ергономічні принципи проектування робочих систем. – Вид. офіц. – К. : Держстандарт України, 1999. – 5 с.
3. *Мойсеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа / Н.Н. Мойсеев. – М. : Наука, 1981. – 488 с.
4. *Николис Дж.* Динамика иерархических систем : эволюционное представление / Дж. Николис. – М. : Мир, 1989. – 488 с.
5. *Пригожин И.* Конец определенности. Время, Хаос и Новые законы природы / И. Пригожин. – Ижевск : редакция журнала “Регулярная и хаотическая динамика”, 1999. – 215 с.
6. *Драганов Б.Х.* Динамика синергетических и иерархических систем в эволюционных процессах / Б.Х. Драганов // Відновлювана енергетика, 2009. - №2 (17). – С. 5-7.
7. *Мойсеев Н.Н.* Алгоритм развития / Н.Н. Мойсеев. – М. : Наука, 1987. – 303 с.
8. *Хакен Г.* Синергетика : иерархии неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах : пер. с англ / Г. Хакен. – М. : Мир, 1983. – 423 с.
9. *Шустер Г.* Детерминированный хаос. Введение / Г. Шустер. – М. : Мир, 1988. – 240 с.
10. *Пригожин И.* Введение в термодинамику необратимых процессов / И. Пригожин. – М. : Изд. иностр. лит., 1960. – 127 с.

11. *Гончарова С.А.* Способ обработки изображений проектируемого объекта в задачах инженерного анализа / *С.А. Гончарова* // Эргономическое обеспечение проектирования и эксплуатации изделий машиностроения ; Институт технической кибернетики АН БССР. – Минск, 1988. – С. 21-22.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ

Болбот И.М.

Аннотация - рассматриваются эргономические аспекты систем диспетчерского управления и сбора данных так называемых SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - систем. Указывается роль системного анализа и иерархического подхода для получения оптимального решения.

ERGONOMETRIC ANALYSIS OF SYSTEMS CONTROLLER'S MANAGEMENT AND CAPTURE OF DATA

I. Bolbot

Summary

The ergonomics aspects of the systems of controller's management and capture of data of so-called SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) are examined - systems. The role of analysis of the systems and hieratical approach is specified for the receipt of optimum decision.