

УДК 656.135.073

І.Е.ЛИННИК, д-р техн.наук

Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова

ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕРГОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Розглядаються принципи функціонування ергономічних систем, визначаються завдання забезпечення реалізації цих принципів.

Рассматриваются принципы функционирования эргономичных систем, определяются задачи обеспечения реализации этих принципов.

Principles of functioning for ergonomic systems is considere, problems of maintenance of realization for these principles is define.

Ключові слова: принцип, ергономічна система, функціонування.

Побудова системи діяльності включає узгодження внутрішніх (психічних процесів, станів, властивостей) і зовнішніх (автомобіль, дорога) засобів діяльності. Теоретичною передумовою узгодження є діяльнісний підхід до проектування функціональних структур – «організмичний» метод синтезу ергатичних систем [1-3]. Ідея діяльнісного підходу зводиться до використання принципів природної поведінки водія, при цьому дія всіх зовнішніх факторів буде адекватною цим принципам. Основним завданням ергономічного підходу є допомога водію реалізувати принципи своєї поведінки оптимальним чином за рахунок раціонального вибору параметрів середовища руху. При цьому принцип визначають як правило, що виникло в результаті суб'єктивно осмисленого досвіду людей. Принципи функціонування систем сформульовані Л. Берталанфі, Г. А. Голіциним, В. В. Павловим як узагальнення результатів експериментального і теоретичного дослідження динаміки станів технічних і біологічних систем [1-7] (рисунк).

Виділяють основні чотири групи принципів:

- структурно-функціональні;
- динаміки функціонування (роботи системи);
- функціональної системи;
- самоорганізації та адекватності.

До структурно-функціональної групи відносяться принципи найпростішої конструкції, оптимальної конструкції, адекватної конструкції організму, структурно-функціональної єдності, поверховості. До другої групи принципів роботи системи належать принципи найменшої дії, найменшої взаємодії, найменшого примушування, самозбереження, функціонального гомеостазису, одиничності, причинності. Третя група принципів функціональної системи розроблена П. К. Анохіним [8]. Четверта група самоорганізації та адекватності склада-

ється з декількох принципів: необхідної розмаїтості, самоорганізації, статичної адекватності, динамічної адекватності.



Принципи функціонування систем

Аналізуючи основні принципи функціонування ергономічних систем, можна припустити, що у процесі роботи людина керується чотирма основними принципами взаємодії з природним середовищем:

1. *Принцип найменшої взаємодії.* Відповідно з цим принципом людина у будь-яких умовах прагне організувати свою поведінку таким чином, щоб при своїй мінімальній дії забезпечити максимальну ефективність взаємодії.

2. *Принцип функціонального гомеостазису.* Цей принцип означає, що людина при вирішенні завдання досягнення поставленої мети зберігає деяку сукупність стабільних у певних межах функціональних поведінок.

3. *Принцип сумісності.* Відповідно з цим принципом взаємодія людини із середовищем допускає цілеспрямовані дії через те, що діяльність людини соціально нормована.

4. *Принцип максимізації взаємної інформації.* Цей принцип означає, що людина прагне забезпечити максимум взаємної інформації між стимулами й реакціями.

Завдання зменшення витрат абстрактної праці людини за рахунок раціонального вибору параметрів технічних засобів у варіаційній формі можуть бути представлені у вигляді

$$\begin{aligned} Y &\xrightarrow{a} \min, \\ K &\leq K_3, \end{aligned} \quad (1)$$

де Y – ціна продукування, тобто питомі витрати абстрактної праці людини; a – параметр, що оптимізується; K, K_3 – фактичні й задані фінансові витрати на реалізацію технічного рішення.

Питомі витрати абстрактної праці людини оцінюються за формулою

$$Y = \frac{U}{W}, \quad (2)$$

де U – витрати абстрактної праці; W – продуктивність діяльності людини.

Перехід до конструктивних рішень, тобто до підбору необхідних властивостей технічних засобів, вимагає застосування техніко-економічних критеріїв. Тому на етапі конструювання цільова функція представляється у вигляді

$$\begin{aligned} K &\xrightarrow{a} \min, \\ Y &\leq Y_3, \end{aligned} \quad (3)$$

де Y_3 – задані або допустимі витрати абстрактної праці людини.

Дробовий характер питомих витрат абстрактної праці людини вимагає введення дисциплінуючих умов, які залежно від завдань можуть бути представлені у вигляді $U = \text{const}$ або $W = \text{const}$.

Враховуючи викладене, завдання забезпечення реалізації принципу найменшої взаємодії може бути представлене у двох видах:

1. Продуктивність взаємодії задана, тобто $W = W_3$. Потрібно відшукати мінімум абстрактної праці на підмножині параметрів функціональної поведінки людини i_2

$$\begin{aligned} \min U. \\ i_2 \end{aligned} \quad (4)$$

2. Задано допустимі витрати абстрактної праці людини, тобто $U = U_3$. Потрібно максимізувати продуктивність взаємодії за рахунок раціонального вибору параметрів технічних засобів i_1

$$\begin{aligned} \max W. \\ i_1 \end{aligned} \quad (5)$$

Завдання забезпечення функціонального гомеостазису також мають дві варіації.

1. Продуктивність взаємодії задана, тобто $W = W_3$. Потрібно відшукати такі параметри функціональної поведінки людини i_2 , при яких виконується умова

$$U(t, i_2) - U_3(t) = 0, \quad (6)$$

де $U_3(t)$ – допустимі витрати абстрактної праці людини.

2. Задано витрати абстрактної праці людини, тобто $U = U_3$. Потрібно відшукати такі параметри технічних засобів i_1 , при яких виконується умова

$$W(t, i_1) - W_3(t) = 0, \quad (7)$$

де $W_3(t)$ – допустима продуктивність діяльності людини.

Сумісність індивідуальних і соціальних норм поведінки можлива лише тоді, коли це вигідно всім складовим ергономічної системи. Вигідна можлива лише в тому випадку, якщо підпорядкування індивідуальної норми соціальній приводить до зменшення ціни продукування всіх компонентів ергономічної системи, тобто виконується умова

$$Y_{\Sigma H} < \sum Y_{iH}, \quad (8)$$

де $Y_{\Sigma H}$ – сумарна норма продукування компонентів системи, які діють відповідно до соціальної норми поведінки; $\sum Y_{iH}$ – сумарна норма ціни продукування компонентів системи, які діють відповідно до індивідуальних норм.

Нехай $Y_{\Sigma H} = f_1(I)$, $Y_{iH} = f_2(I)$, $i_1 \in I$, $i_2 \in I$. Тоді завдання узгодження індивідуальних і соціальних норм поведінки представляється у двох видах:

1. Продуктивність взаємодії задана, тобто $W = W_3$. Потрібно відшукати такі критичні значення параметрів функціональної поведінки людини i_2 , при яких виконується умова

$$\sum (U_{iH} = f(i_2)) - [U_{\Sigma H} = f(i_2)] = 0. \quad (9)$$

2. Витрати абстрактної праці задані, тобто $U = U_3$. Потрібно відшукати такі критичні значення параметрів ергономічних систем i_1 , при яких виконується умова

$$\sum [W_{iH} = f(i_1)] - [W_{\Sigma H} = f(i_1)] = 0. \quad (10)$$

Завдання забезпечення максимуму взаємної інформації між стимулами й реакціями також має дві варіації: у першій робиться акцент на зовнішні стимули (i_1), у другий – на реакції водія (i_2):

1. Перший аспект даного принципу може бути представлений у наступній формі

$$L(i_1, i_2) = H(i_1) - H(i_1 / i_2) - \lambda (\sum_j k_j - K_3) \xrightarrow{i_1} \max, \quad (11)$$

де $L(i_1 / i_2)$ – функція Лагранжа; λ – множник Лагранжа; $H(i_1)$ – безумовна ентропія зовнішніх стимулів; $H(i_1 / i_2)$ – умовна ентропія (розмаїтість стимулів, на яку людина не може правильно зреагувати через обмеженість психофізіологічних можливостей); k_j – фактичні витрати (ресурси).

2. Другий аспект даного принципу представляється у вигляді

$$L(i_1, i_2) = H(i_2) - H(i_2 / i_1) - \lambda (\sum_j k_j - K_3) \xrightarrow{i_2} \max. \quad (12)$$

Розглянуті принципи отримані у результаті узагальнення закономірностей функціонування біологічних систем. Ці принципи використовуються для проектування і конструювання ергономічних систем, тому що прототипами створення ергономічних систем часто виступають біологічні.

1. Основы инженерной психологии / под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
2. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем / В.В. Павлов. – К.: Наукова думка, 1975. – 239 с.
3. Павлов В.В. Технические эргатические системы / В.В. Павлов и др. – К.: Вища школа, 1977. – 344 с.
4. Синглтон У.Т. Прототип системы и проблемы проектирования / У.Т. Синглтон // Инженерно-психологическое проектирование. – 1970. – Вып. 1. – С. 61-67.
5. Бергаланфи Л. Общая теория систем – критический обзор / Л. Бергаланфи // Исследования по общей теории систем / Л. Бергаланфи. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
6. Голицын Г.А. Динамическая теория поведения / Г.А. Голицын // Механизмы и принципы целенаправленного поведения. – М.: Наука, 1972. – С. 5-33.
7. Голицын Г.А. Некоторые закономерности поведения массовых систем / Г.А. Голицын // Принципы системной организации функций / Г.А. Голицын. – М.: Наука, 1973. – С. 109-114.
8. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М., 1974. – 446 с.

Отримано 23.10.2013