

УДК 62.23.50:517

Ю.Є. ОВЧАРЕНКО

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вдосконалено теорію системного аналізу складних ергатичних систем. Сформовані оцінки діяльності ергатичної системи для адекватної оцінки виконання людиною-оператором конкретної функціональної діяльності склали інформаційну засаду прийняття рішення оператором при керуванні ергатичною системою.

людина-оператор, машинна частина, проблемно-орієнтовна ергатична система, динамічна система, ефективність діяльності, цільова діяльність

Вступ

Оцінювання взаємовідносин між операторами і машинною частиною ергатичної системи, визначення ефективності їх діяльності є центральною проблемою, що розглядається в даній роботі. Серед дослідників ергатичних систем нема єдиної думки щодо оцінювання їх діяльності та ролі в них людини-оператора.

Підвищення вимог до професійної підготовки операторів ергатичних систем, що викликане ускладненням систем та задач, які вони вирішують, робить все більш актуальною проблему об'єктивного оцінювання ефективності діяльності операторів при виконанні конкретного функціонального завдання, у тому числі і в умовах цільової діяльності.

1. Формулювання проблеми

В сучасних роботах [1 – 7] з інженерної психології відмічається, що діяльність людини слід розглядати з системних позицій. В цих роботах підкреслюється, що системний підхід щодо дослідження діяльності людини в усіх сферах її активної поведінки є комплексним, взаємопов'язаним і пропорційним розгляданням усіх факторів, шляхів і методів рішення складної, багатофакторної та багатоваріантної проблеми, типовим прикладом якої є проблеми, що пов'язані з вивченням складних систем керування.

Метою даної роботи є надання процесу формування оцінок діяльності ергатичної системи для адекватної оцінки виконання людиною-оператором конкретної функціональної діяльності.

2. Рішення проблеми

Із системно-динамічного уявлення функціонування ергатичної системи випливає, що оцінювання ефективності є характеристикою фактичного рівня досягнення ергатичною системою мети, яка поставлена перед нею, в реальних умовах функціонування з урахуванням фактичних витрат на досягнення мети.

В процесі проектування та модернізації ергатичних систем виникає задача забезпечення повноти інформаційного забезпечення проектувальників. Це викликано тим, що недостатнє урахування фактів, які мають вплив на діяльність людини-оператора та роботу машинної частини ергатичної системи, призводить до недостатньо адекватної оцінки процесу виконання людиною-оператором конкретної функціональної діяльності.

Процес формування оцінок діяльності ергатичної системи є динамічним процесом. Надамо його як функціонування динамічної системи формування оцінок (ДСФО), що пов'язана з проблемно-орієнтовною ергатичною системою.

Являючись динамічною системою, ДСФО задається своєю п'ятіркою компонентів

$$q = (Y_q, W_q, Z_q, R_q, F_q),$$

де Y_q, W_q, Z_q – множина об’єктів входу, стану і виходу, а R_q, Z_q – сімейства вихідних функцій та функцій переходу стану ДСФО відповідно. Передбачимо алгоритм функціонування проблемно-орієнтовної ергатичної системи як

$$Q = Y \times W \times Z. \quad (1)$$

Множину W_q об’єктів стану ергатичної системи надамо як поєднання двох таких, що не перетинаються, множин, одна з яких v , складає об’єкти стану, що необхідні та достатні для формування оцінок (“об’єктивні” змінні), а друга – ω – поєднує об’єкти стану ДСФО, що призводять до зміщення оцінок (“суб’єктивні” об’єкти стану). Процес об’єктивного оцінювання опишемо виразом:

$$Z_q = R_q(Y_q, v); \quad v = \frac{W_q}{\omega}, \quad (2)$$

де v та ω – множини “об’єктивних” та “суб’єктивних” об’єктів стану ДСФО відповідно.

Визначення проблемно-орієнтовної ергатичної системи у вигляді (2) означає, що об’єктивність формування оцінок досягається тоді і тільки тоді, коли за умови свавільної зміни стану ергатичної системи, оцінки, що формуються, не залежать від об’єктів, що належать множині „суб’єктивних” об’єктів стану ергатичної системи. Повна об’єктивність оцінок досяжна за умови проведення оцінювання за допомогою

автоматичних систем, так як тільки для них множина ω є пустою. Приймаючи до уваги, що “суб’єктивні” оцінки неадекватно характеризують функціонування ергатичної системи керування, в подальшому під оцінкою будемо розуміти тільки “об’єктивні” оцінки, що відповідають виразу (2).

Приймемо за підґрунтя систематизації оцінок ергатичної системи її узагальнений опис. Класи оцінок визначимо з того, які із складових системно-динамічної моделі ергатичної системи та (або) їх сукупностей служать вхідними об’єктами для неї (2). Розглянемо основні класи оцінок функціонування проблемно-орієнтовної ергатичної системи (табл. 1).

З табл. 1 класи оцінок ергатичної системи в конкретних умовах можна розділити на підкласи, групи тощо. Множину вхідних об’єктів проблемно-орієнтовної ергатичної системи (клас оцінок C) надамо як сукупність підмножин:

- інформації, що діє на машинну частину ергатичної системи керування;
- інформації, що сприймається людиною-оператором;
- інформації, що діє на машинну частину ергатичної системи керування і може перцептивно сприйматися оператором.

Одержані результати дозволяють перейти до визначення поняття ефективності діяльності ергатичної системи.

Таблиця 1

Класи оцінок діяльності ергатичної системи

Найменування класу	Вхід ДСФО	Оператор оцінювання	Вихід ДСФО
Оцінка вхідних об’єктів системи (C_Y)	Y	R_q^u	ε_Y
Оцінка результатів діяльності системи (C_Z)	Z	R_q^v	ε_Z
Оцінка стану системи (C_W)	W	R_q^x	ε_W
Оцінка алгоритмів одержання наслідків діяльності системи (C_R)	R	R_q^R	ε_R
Оцінка процесів зміни стану системи (C_F)	F	R_q^F	ε_F
Узагальнена оцінка діяльності системи (C)	S	R_q^S	ε_S
Комплексна оцінка діяльності системи (C_ε)	ε	R_q^ε	ε_ε

Ергатична система створюється для виконання необхідних конкретних функцій і є цілеспрямованою системою. Звідси для неї існує такі підмножини елементів, що описують її складові, які перетворюють в екстремум (max або min) комплексну та узагальнену оцінку діяльності ергатичної системи керування. Вказаних підмножинах компонентів ергатичної системи відмітимо елементи, які перетворюють в екстремум оцінки відповідних компонентів [8 – 10].

Приймемо за раціональний алгоритм такі дії в ергатичній системі, координатами якої є відмічені елементи множини об'єктів входу, стану і виходу ергатичної системи. Дії, які описують раціональний алгоритм та відмічені точки множини об'єктів входу, стану і виходу назвемо раціональними діями у відповідних просторах. Відповідні таким діям родини вихідних функцій та функцій переходу станів назвемо раціональними функціями.

Тоді раціональною ергатичною системою назвемо динамічну систему, яка задана своїми раціональними складовими:

$$S_P = (Y_P, W_P, Z_P, R_E, \xi_E); \quad (3)$$

$$Q_P = Y_P \times W_P \times Z_P. \quad (4)$$

Множина значень оцінок діяльності ергатичної системи $e_{Y_P} \dots e_{\xi_P}$, для яких побудовані раціональні дії

алгоритму, та сама раціональна ергатична система створюють дії в просторі вихідних об'єктів проблемно-орієнтовної ергатичної системи. Приймемо їх за дії оцінок раціональностей по відповідним класам оцінок діяльності ергатичної системи. Звідси, діяльність ергатичної системи описується характеристиками:

- фактична дія;
- фактичний алгоритм ергатичної системи та її складових;
- сімейства фактичних вихідних та перехідних дій;
- проблемно-орієнтовна ергатична система (фактична);
- оцінки фактичного функціонування ергатичної системи та алгоритм цих оцінок по відповідним класам.

За ефективність діяльності проблемно-орієнтовної ергатичної системи приймемо міру наближення значень фактичних характеристик ергатичної системи до значень раціональних характеристик.

Одержимо оцінки ефективності за допомогою об'єктивної ДСФО діяльності вигляду:

$$D = (Y_D, W_D, Z_D, R_D, \xi_D); \quad (5)$$

$$Q_D = Y_D \times W_D \times Z_D, \quad (6)$$

де за якість вхідних об'єктів приймемо декартові добутки пар множини характеристик раціональної та фактичної діяльності. В табл. 2 надані класи оцінок ефективності діяльності ергатичної системи,

Таблиця 2

Класи оцінок ефективності діяльності ергатичної системи

Найменування класу	Вхід ДСФО	Оператор оцінювання	Вихід ДСФО
Оцінки відповідності фактичних значень вхідних об'єктів системи їх раціональним значенням (A_Y)	$Y_\Phi \times Y_P$	R^Y_D	P_Y
Оцінки якості діяльності системи (A_J)	$J_\Phi \times J_P$	R^J_D	P_J
Оцінки відхилення фактичних значень об'єктів стану системи від еталонних значень (A_W)	$W_\Phi \times W_P$	R^W_D	P_W
Оцінки відхилення фактичної фазової траєкторії від еталонної (A_Q)	$Q_\Phi \times Q_P$	R^Q_D	P_Q
Оцінки раціональності фактичного способу реалізації функцій (A_R)	$R_\Phi \times R_P$	R^R_D	P_R
Оцінка відповідності фактичної динаміки процесів зміни стану системи динаміці еталонної системи (A_F)	$F_\Phi \times F_P$	R^F_D	P_F
Оцінка ефективності діяльності системи (A_S)	$S_\Phi \times S_P$	R^S_D	P_S

де Φ – компоненти динамічного опису фактичної діяльності ергатичної системи.

Оцінки ефективності діяльності ергатичної системи можна визначити як на підставі елементів множини раціональних і фактичних фазових операцій системи керування, так і за умови застосування оцінок елементів цих множин.

Стає очевидним і визначення поняття оцінки ефективності діяльності ергатичної системи як результату визначення фактичного рівня досягнення поставленої мети операції в фактичних умовах з урахуванням рівня фактичних витрат.

Висновки

Таким чином, оцінювання ергатичної системи є двухетапним процесом. На першому етапі оцінюються змінні, що характеризують поточну діяльність ергатичної системи. На другому – здійснюється оцінювання ефективності діяльності за допомогою оцінок результатів першого етапу та раціональних дій алгоритмів. Сформовані оцінки являються інформаційною засадою прийняття рішення оператором при керуванні ергатичною системою. Це дозволяє скорочувати час при організації взаємодії між операторами та операторами і машиною в умовах цільової діяльності ергатичної системи.

Література

1. Автоматизированные обучающие системы профессиональной подготовки операторов летательных аппаратов / Под ред. Е.В. Шукшунова. – М.: Машиностроение, 1999. – 240 с.
2. Атухин В.М., Нафтульев А.И. Математическое моделирование деятельности человека-оператора

при разработке эргатических систем // Человек и общество. – Вып. 11. – Л.: ЛГУ. – 1993. – С. 245 – 254.

3. Системный подход в психологическом анализе взаимодействия человека с машиной // Психологический журнал. – 1982. – № 1. – С. 85 – 100.

4. Вопросы кибернетики. Эффективность деятельности оператора // Научн. совет АН СССР по комплексной проблеме. – М.: Кибернетика, 1992. – 163 с.

5. Вопросы кибернетики. Моделирование человеко-машинных кибернетических систем: Сб. статей / Научн. ред Е.А. Федосов. – М., 1994. – 146 с.

6. Гордеева Н.Д., Девишвили В.М., Зинченко В.П., Кочурова Э.И. Функциональная структура и критерии оценки инструментальных пространственных действий // Проблемы космической биологии. – 1977. – Т. 34, № 4. – С. 266 – 293.

7. Костин А.Н. Принцип взаимного резервирования при распределении функций между человеком и автоматикой: Автореф. дис ... д-ра психол. наук: 19.00.03 / Российск. ак. наук. – М., 2000. – 43 с.

8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 156 с.

9. Прохоров В.П., Твердохлебов А.Н., Володин М.И. Использование логического подхода для принятия решений в условиях неопределенности // 36. наук. пр. ХВУ. – Х.: ХВУ. – 1998. – С. 53 – 58.

10. Теленик С.Ф., Гунченко Н.И., Алексеев О.П. Интеллектуализация транспортных технологий // Вестник ХНАДУ. – 2003. – Вып. 20. – С. 84 – 86.

Поступила в редакцию 4.10.2004

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Э.В. Гаврилов, Национальная академия городского хозяйства, Харьков.