

УДК (159.938+6.13.954):373.2

**Н.Буняк, докт. психол. наук; А.Буняк, канд. техн. наук**

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УМОВНИХ РЕФЛЕКСІВ ПРИ СТРЕСАХ**

*Запропоновано методика побудови імітаційного математичного та фізичного моделювання умовних рефлексів при стресах. Методика знайде своє застосування при дослідженнях стресового стану особистості.*

Стрес – стан вкрай великого напруження організму людини, викликаний яким-небудь подразником.

Прояв симптомів залежить від фізичних та психічних особливостей характеру особистості та причин стресу. Типові фізичні симптоми: неспокій, втома, головний біль, м'язові болі у грудях та спині, сильне серцебиття, ускладнене дихання, порушення роботи кишечника, втрата свідомості. Дослідженнями англійських психологів встановлено: у Великобританії в результаті того, що люди виходять на роботу в стресовому стані, компанії втрачають 1000 фунтів стерлінгів на кожного службовця в рік [1].

Професії, які сприяють виникненню стресів, за десятибальною шкалою, розміщуються наступним чином: шахтар – 8.3, слідчий – 7.7, пілот цивільних повітряних ліній та журналіст – 7.5, лікар – 7.3, професор – 6.2, менеджер та професійний спортсмен, водій транспорту – 5.8, банківський працівник – 3.7, священник – 3.5, працівник музею – 2.8, бібліотекар – 2.0. Усього таких професій – 22 [2]. Звичайно, загальні причини стресу лежать за межами місця роботи.

Психологами складений перелік подій, які можуть викликати стрес. Оцінка проводиться за шкалою від 0 до 100 [1].

До основних причин стресів відносять: смерть рідних – 100, розрив шлюбу – 73, юридичне узаконення спільного майна після розриву шлюбу – 65, вирок ув'язнення – 63, тощо. Усього основних причин – 34. Крім основних є ще супутні фактори, що сприяють виникненню стресів – непосильна робота, ізоляція від спілкування, оточуючі обставини і т.ін. Усього – 7 факторів.

Зменшення прояву стресів у великій мірі залежить від реакції організму на зовнішнє подразнення, що здійснюється через нервову систему і зветься рефлексом.

У роботі запропонований один із варіантів побудови моделі умовних рефлексів – штучне створення в технічних системах часових функціональних зв'язків, аналогічних до умовних рефлексів живих організмів та досліджені межі змін для встановлення впливів їх на стреси.

Введемо ряд зазначень.  
Нехай

$$C = \{ c_1, c_2, \dots, c_p \}, \quad (1)$$

$$B = \{ b_1, b_2, \dots, b_n \}, \quad (2)$$

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_m \}, \quad (3)$$

де, відповідно,  $C$  – множина професій, що сприяють виникненню стресів,  $p = 22$ ;  $B$  – множина головних причин (подразників) стресів,  $n = 34$ ;  $A$  – множина супутніх факторів стресів,  $m = 7$ .

Дотримуючись методики побудови схем умовних рефлексів А.А. Ляпунова [3], формалізовану модель зобразимо наступним чином.

Нехай  $a_i \in A, b_j \in B$  – деякі подразники професії  $c_k \in C$  і  $R$  – де-яка реакція рефлексу. Якщо  $a_i$  – безумовний подразник, завжди викликає реакцію рефлексу  $R$ , то зв'язок між ними (безумовний рефлекс) можна подати наступною схемою:

$$a_i \rightarrow R.$$

Якщо подразник  $b_j$  нейтральний по відношенню до реакції рефлексу  $R$ , то його дія не викликає  $R$ , тобто

$$b_j \not\rightarrow R.$$

Таким чином, до формування умовного рефлексу маємо:

$$a_i \rightarrow R,$$

$$a_{i+1} \rightarrow R,$$

$$b_i \not\rightarrow R,$$

$$a_{i-1} \rightarrow R,$$

$$b_{j+1} \not\rightarrow R,$$

$$b_{j-1} \not\rightarrow R,$$

.....

Для створення умовного рефлексу будемо одночасно діяти обома подразниками  $A$  та  $B$ .

$$\left. \begin{array}{l} a_i, b_j \rightarrow R \\ a_{i+1}, b_{j+1} \rightarrow R \\ \dots \end{array} \right\} \text{Процес вироблення умовного рефлексу.}$$

Після достатнього числа повторень одержимо:

$$\left. \begin{array}{l} b_j \rightarrow R \\ b_{j+1} \rightarrow R \\ \dots \end{array} \right\} \text{Умовний рефлекс вироблений.}$$

Для підмоги рефлексу необхідно, щоб подразнення  $B$  перемножувались з одночасною дією  $a_i$  та  $b_j$  [4], тобто :

$$\left. \begin{array}{l} a_i b_j \rightarrow R \\ a_{i+1} b_j \rightarrow R \\ \dots \end{array} \right\} \text{Підмога.}$$

При відсутності підмоги рефлекс згасає, тобто

$$\left. \begin{array}{l} b_j \rightarrow R \\ b_{j+1} \rightarrow R \\ \dots\dots \\ b_j \not\rightarrow R \\ b_{j+1} \not\rightarrow R \\ \dots\dots \end{array} \right\} \text{Згасання рефлексу.}$$

$$\left. \begin{array}{l} b_j \not\rightarrow R \\ b_{j+1} \not\rightarrow R \\ b_{j-1} \not\rightarrow R \end{array} \right\} \text{Рефлекс згаснув.}$$

Наведений алгоритм може розглядатись як формалізоване визначення умовного рефлексу і може бути відтворений при допомозі технічних засобів. У основі таких устаткувань, які функціонують за описаним алгоритмом, є елемент пам'яті, що запам'ятовує одночасно прояв подразників А та В, реакції R та керуючий механізм їх ототожнення по відношенню до цієї реакції рефлексу. У моделях елемент пам'яті виконується звичайно на активномісному контурі з великою постійною часу розряду і малою постійною часу заряду [5]. У момент одночасні прояви умовного та безумовного подразника здійснюється швидке підживлення накопичувача енергії рефлексу. Коли рівень занесеної енергії (для активномісного контуру – наруга) перевищують деякий поріг, система спрацює і “умовний рефлекс” буде вироблений. У результаті вистигання (розряду) рівень понижується і, коли він буде менший порога, “умовний рефлекс” гасне.

Графік роботи такого елемента пам'яті наведений на рис. 1.

На вісі ординат відкладені значення коефіцієнта ефективності

$$\eta = \frac{W_p}{W_c}, \tag{4}$$

де  $W_p$  – рівень накопиченої енергії рефлексу;  $W_c$  – рівень, викликаний енергією стресу.

На вісі абсцис відкладений час в мікросекундах .

Із рисунка видно, що стрес в живому організмі проявляється на початку подразнення, коли рефлекс виробляється (в проміжку часу від  $t_1$  до  $t_6$ ) із часу згасання рефлексу (від часу  $t_9$ ). Зрозуміло, що для кожного живого організму значення  $\eta = 1$  на вісі ординат, як і час вироблення та згасання рефлексу на вісі абсцис, займають різні рівні, які визначаються діагностуванням.

Із рисунка також видно, що при побудові імітаційної моделі умовного рефлексу, слід враховувати те, що така модель функціонує в дискретні моменти часу, що легко реалізується персональним комп'ютером.

Для таких моделей допускають, що стан подразників, реакцій самої моделі можуть змінюватися лише дискретні моменти часу [6].

Уведення дискретного часу дозволяє записати формальну схему умовного рефлексу для різних етапів у вигляді наступної системи математичних співвідношень:

Рефлекс відсутній (час від  $t_1$  до  $t_6$ )

$$U_{con} = U_0 \left\{ \left[ e^{-\frac{\Delta t_1}{\tau_1}} - (1 - e^{-\frac{\Delta t_2}{\tau_2}}) \right] + \left[ e^{-\frac{\Delta t_3}{\tau_3}} - (1 - e^{-\frac{\Delta t_4}{\tau_4}}) \right] + \left[ e^{-\frac{\Delta t_5}{\tau_5}} \right] \right\}.$$

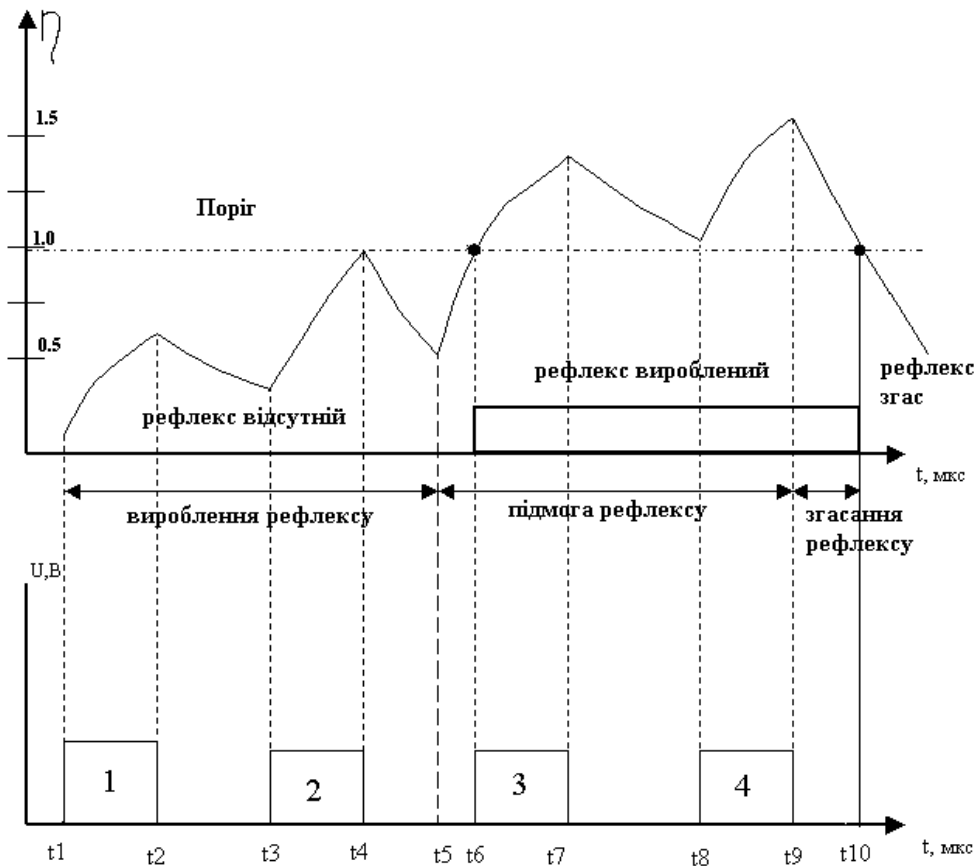


Рис. 1. Графік роботи простого елемента пам'яті.

Рефлекс вироблений (час від  $t_6$  до  $t_{10}$ )

$$U_{сов} = U_0 \left\{ \left[ e^{-\frac{\Delta t_6}{\tau_5}} - (1 - e^{-\frac{\Delta t_7}{\tau_6}}) \right] + \left[ e^{-\frac{\Delta t_8}{\tau_7}} - (1 - e^{-\frac{\Delta t_9}{\tau_8}}) \right] + \left[ 1 - e^{-\frac{\Delta t_{10}}{\tau_9}} \right] \right\}.$$

Згасання рефлексу (час від  $t_{10}$  до  $t_0$ )

$$U_{соз} = U_0 e^{-\frac{\Delta t_{11}}{\tau_{10}}},$$

де  $\Delta t_1 = (t_2 - t_1)$ ;  $\Delta t_2 = (t_3 - t_2)$ ;  $\Delta t_3 = (t_4 - t_3)$ ;  $\Delta t_4 = (t_5 - t_4)$ ;  $\Delta t_5 = (t_6 - t_5)$ ;

$\Delta t_6 = (t_7 - t_6)$ ;  $\Delta t_7 = (t_8 - t_7)$ ;  $\Delta t_8 = (t_9 - t_8)$ ;  $\Delta t_9 = (t_{10} - t_9)$ ;  $\Delta t_{10} = (t_0 - t_{10})$ ;

$t_0$  - остаточний час спостереження.

$\tau_1 = C_0 R_1$ ;  $\tau_3 = C_0 R_2$ ;  $\tau_5 = C_0 R_3$ ;  $\tau_7 = C_0 R_4$ ;  $\tau_2 = \tau_4 = \tau_6 = \tau_8 = \tau_9 = C_0 R_{\text{вхк}}$ ,

$R_{\text{вхк}}$  - вхідний опір навантаження на який розряджається конденсатор  $C_0$ ;

$U_{сон}$ ,  $U_{сов}$ ,  $U_{соз}$  - напруги, що визначають енергію умовного рефлексу на етапах його зародження, наявності та в час згасання.

Система математичних співвідношень, що визначають імітаційну модель умовного рефлексу, можна представити наближеною фізичною моделлю, наведеною на рис.2.

На рисунку: КЛ1, КЛ2, КЛ3, КЛ4 - ключі, що вмикаються на час дії відповідно 1, 2, 3 та 4 імпульсу;  $R_1 - C_0$ ,  $R_2 - C_0$ ,  $R_3 - C_0$ ,  $R_4 - C_0$  - активно-ємнісні ланки заряду конденсатора  $C_0$ ;  $U_0$  - стабільна напруга, що визначає енергію рефлексу; К - компара-

тор;  $U_1$  – стабільна напруга, що визначає енергію стресу;  $R_0$  – резистор, що виробляє значення порогу  $\eta = 1$ , який визначається для кожного живого організму діагностуванням;  $R_n$  – опір навантаження, з якого знімається осцилограма вихідної напруги  $U_{вих}$  і визначається час вироблення рефлексу та час тривалості стресу.

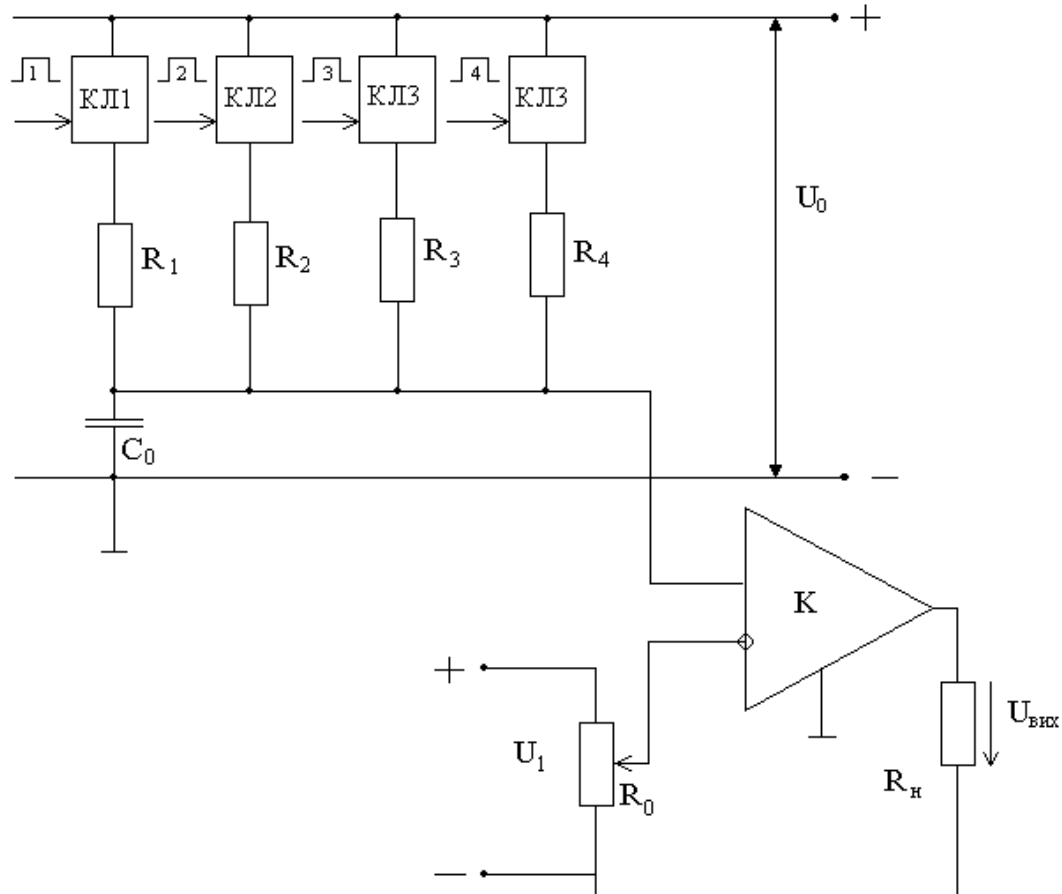


Рис. 2. Фізична модель імітаційної моделі умовного рефлексу.

Математичні співвідношення умовного рефлексу при наявності вихідних даних можуть бути реалізовані на ПЕОМ. Схематична побудова фізичної моделі не вимагає гостродефіцитних деталей і проста в налагоджуванні.

Все це вигідно відрізняє запропоновану методику від запропонованих методів вивчення та дослідження реакції умовних рефлексів на стресах дослідниками психологами “Навчаючої матриці” Штайнбуха [7] та комбінаційної системи, запропонованої Етінгером [4].

На кафедрі психології у виробничій сфері Тернопільського Технічного університету ім.І.Пулуюя формується банк даних, пов’язаних з діагностуванням та природою виникнення конфліктних ситуацій, де запропонована методика побудови імітаційних моделей умовних рефлексів, в тому числі при стресах, буде визначальною.

#### Висновки

1. Запропонована методика побудови імітаційного математичного та фізичного моделювання умовних рефлексів при стресах.
2. Методика може знайти своє застосування при дослідженнях стресового стану особистості.

*The technique of construction of imitative mathematical and physical simulation of conditional reflexes is offered at stresses, which one will find the application at research of a condition of a stress of the person.*

### **Література**

1. Джон Хэмфриз. Как управлять людьми на работе (перев.с англ.). – Челябинск. : Урал LTD, 1999.– 210 с.
2. Изард К.Э. Психология эмоций (перев. с англ.) СПб. : Питер, 1999. – 464 с.
3. Ляпутов А.А. О некоторых общих вопросах кибернетики, сб.: Проблемы кибернетики, - Вып.1, М., 1958 – С. 5-22.
4. Oettinger A.G. , Programming a digitat computer to learn. Philos.Mag, 1982, V.43, N347, p.1243 – 1263.
5. Гаазе – Рапопорт М.Г. Автоматы и живые организмы. – М.: Энергоиздат, 1961, - 207 с.
6. Иванов А.З. и др. Обучающиеся системы управления, «Тр. Моск. Энерг. Ин-та», 1962. - Вып. 44. С. 47 – 156.
7. Штайнбух К. Обучаемая матрица: Зарубежная радиоэлектроника, М., 1962. - № 1. - С. 12-15.

*Одержано 12.05.2002 р.*