



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146173** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
A62C 37/00
A62C 37/50 (2006.01)
A61B 5/16 (2006.01)
G09B 9/02 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2020 06308</p> <p>(22) Дата подання заявки: 29.09.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 21.01.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 20.01.2021, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Абрамов Юрій Олександрович (UA), Собина Віталій Олександрович (UA), Закора Олександр Вікторович (UA), Фещенко Андрій Борисович (UA), Кравченко Євгенія Олексіївна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023 (UA)</p>
--	--

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Спосіб контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння, на апіорі заданому інтервалі часу стрибкоподібно змінюють положення вогнища загоряння по одній координаті в одному та в протилежному напрямках і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки при кожній стрибкоподібній зміні положення вогнища загоряння. Після першої стрибкоподібної зміни положення вогнища загоряння в два апіорі задані моменти часу вимірюють величини сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння.

UA 146173 U

Корисна модель належить до області медицини і може бути використана для контролю операторської діяльності людини, яка виконує функції управління мобільною пожежною установкою.

Відомий спосіб оцінки функціонального стану людини-оператора в системі людина-машина, який полягає в тому, що визначають об'єм короткочасної пам'яті, час простої сенсорномоторної реакції на рухомий об'єкт, надійність обробки сигналу при розрахунку в заданому темпі, час обробки сигналу, параметрів оператора в режимі спокою та після тестового впливу, а також різницю значень показників до та після тестового впливу, складають опис діяльності оператора протягом технологічного циклу, визначають параметри тестового впливу та визначають оперативну-часову модель діяльності оператора, яку використовують як тестовий вплив, здійснюють тестовий вплив та визначають оцінки параметрів функціонального стану, які є значущими для здійснення даного виду діяльності [1].

Недоліком такого способу є те, що для його реалізації виникає необхідність в формуванні великого масиву вихідних даних.

Найбільш близьким аналогом до способу, що заявляється, є спосіб контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки, який полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння протягом фіксованого часу, на апіорі заданому інтервалі часу стрибкоподібно змінюють положення вогнища загоряння по одній із координат і вимірюють час досягнення сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки, апіорі заданого рівня, потім стрибкоподібно повертають зображення вогнища загоряння в початкове положення і вимірюють час досягнення сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки, апіорі заданого рівня, при цьому ці апіорі задані рівні вибирають такими, що дорівнюють половині максимальної величини, а результат контролю визнають згідно із критерієм [2].

Недоліком такого способу є те, що при його реалізації не використовуються основні параметри оператора мобільної пожежної установки, до яких належать коефіцієнт передачі, час запізнення та постійна часу.

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель, є використання основних параметрів оператора мобільної пожежної установки, до яких належать коефіцієнт передачі, час запізнення та постійна часу, при визначенні результату контролю його діяльності.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки, який полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння, на апіорі заданому інтервалі часу стрибкоподібно змінюють положення вогнища загоряння по одній координаті в одному та в протилежному напрямках і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної установки при кожній стрибкоподібній зміні положення вогнища загоряння, додатково після першої стрибкоподібної зміни положення вогнища загоряння в два апіорі задані моменти часу вимірюють величини сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, при цьому другий апіорі заданий момент часу відрізняється від першого апіорі заданого моменту часу в n-разів, величину якої вибирають за умови

$$1,0 < 0 < 1,0 + T t_1^{-1}, \quad (1)$$

де t_1 - перший апіорі заданий момент часу; T - апіорі заданий інтервал часу між стрибкоподібними змінами положення вогнища загоряння, крім того після другої стрибкоподібної зміни положення вогнища загоряння в третій апіорі заданий момент часу, який відстоїть від першого апіорі заданого моменту часу на інтервал часу між стрибкоподібними змінами положення вогнища загоряння, вимірюють величину сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, а результат контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки визначають за допомогою критеріїв

$$\left| 1 - \frac{AK_0}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_1; \quad (2)$$

$$\left| 1 - \frac{t_1(n-1)}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_2; \quad (3)$$

$$\left| 1 - \frac{t_1 \ln \left[\frac{(B_1 + B_3)}{(B_1 + B_3 - B_2)} \left(\frac{B_3}{B_1 + B_3} \right)^n \right]}{\tau_{00} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_3$$

„ (4)

де $B_i, i = \overline{1,3}$ - величина сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на стрибкоподібну зміну положення вогнища загорання в i -й апіорі заданий момент часу; A - параметр (амплітуда імпульсу), який характеризує положення вогнища загорання; $K_0, \tau_{10}, \tau_{00}$ - номінальні величини коефіцієнта передачі, постійної часу та часу запізнення оператора мобільної пожежної установки відповідно; $\varepsilon_i, i = \overline{1,3}$ - малі, апіорі задані числа.

На фіг. 1 у вигляді прямокутного імпульсу формалізована процедура стрибкоподібної зміни положення вогнища загорання по координаті x на величину A та через інтервал часу T - на таку ж величину A в зворотному напрямку. На фіг. 2 наведений графік сигналу $U(t)$, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на стрибкоподібну зміну положення вогнища загорання, де зображено: τ_0 - час запізнення оператора; T - інтервал часу між стрибкоподібними змінами положення вогнища загорання; $t_i, i = \overline{1,3}$ - апіорі задані моменти часу; $B_i, i = \overline{1,3}$ - величини сигналу $U(t)$ в моменти часу t_i .

Спосіб контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки здійснюється наступним чином.

Формують зображення вогнища загорання і стрибкоподібно змінюють його положення на величину A по координаті x (фіг. 1). Величину A - амплітуду імпульсу задають апіорі. Через апіорі заданий інтервал часу T стрибкоподібно змінюють положення вогнища загорання в протилежному напрямку. Таким чином здійснюється формування тест-впливу на оператора мобільної пожежної установки, для якого має місце

$$x(t) = A[1(t) - 1(t - T)], \quad (5)$$

де $1(t), 1(t - T)$ - функції Хевісайда.

Реакція оператора мобільної пожежної установки на такий тест-вплив характеризується сигналом $U(t)$, який має вигляд, наведений на фіг.2. Для такого сигналу має місце

$$U(t) = L^{-1}[W(p)X(p)], \quad (6)$$

де $X(p)$ - зображення по Лапласу від $x(t)$; L^{-1} - оператор зворотного перетворення Лапласа; $W(p)$ - передаточна функція оператора мобільної пожежної установки, яка описується виразом

$$W(p) = K \exp(-p\tau_0)(\tau_1 p + 1)^{-1}; \quad (7)$$

K, τ_0, τ_1 - коефіцієнт передачі, час запізнення та постійна часу відповідно.

Для $X(p)$ має місце

$$X(p) = Ap^{-1}[1 - \exp(pT)], \quad (8)$$

внаслідок чого після об'єднання (6) і (8) сигнал $U(t)$ буде мати вигляд

$$U(t) = AK \left[\left(1 - \exp\left(-\frac{t - \tau_0}{\tau_1}\right) \right) 1(t - \tau_0) - \left(1 - \exp\left(-\frac{t - \tau_0 - T}{\tau_1}\right) \right) 1(t - \tau_0 - T) \right], \quad (9)$$

де $1(t - \tau_0), 1(t - \tau_0 - T)$ - функції Хевісайда.

В перший апіорі заданий момент часу t_1 (фіг.2) вимірюють величину сигналу $U(t_1) = B_1$, яка характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на тест-вплив $x(t)$. Для цього випадку згідно з (9) буде мати місце вираз

$$AK \left[1 - \exp\left(-\frac{t_1 - \tau_0}{\tau_1}\right) \right] = B_1 \quad (10).$$

В другий апіорі заданий момент часу t_2 вимірюють величину сигналу $U(t_2) = B_2$, для якої буде мати місце

$$AK \left[1 - \exp\left(-\frac{t_2 - \tau_0}{\tau_1}\right) \right] = B_2 \quad (11).$$

Якщо $t_2 = nt$, де
 $1,0 < n < 1,0 + T\tau_1^{-1}$, (12)

то вираз (11) трансформується наступним чином

$$AK \left[1 - \exp\left(-\frac{nt - \tau_0}{\tau_1}\right) \right] = B_2 \quad (13).$$

Для третього апіорі заданого моменту часу t_3 (фіг.2), який пов'язаний із часом t_1 співвідношенням

$$t_3 = t_1 + T, \quad (14)$$

вимірюють величину $U(t_3)$, для якої буде мати місце

$$AK \exp\left(-\frac{t_3 - \tau_0}{\tau_1}\right) = B_3 \quad (15).$$

Із (10) та (15) витікає, що

$$AK = B_1 + B_3, \quad (16)$$

внаслідок чого для K буде мати місце вираз

$$K = \frac{B_1 + B_3}{A} \quad (17).$$

Згідно з (13), (15) та (17) можна записати

$$\tau_0 + nt_1 = \tau_1 \ln\left(1 - \frac{B_2}{AK}\right) = \tau_1 \ln\left(\frac{B_1 + B_3}{B_1 + B_3}\right);$$

$$\tau_0 + t_1 = \tau_1 \ln\left(\frac{B}{AK}\right) = \tau_1 \ln\left(\frac{B}{B_1 + B_3}\right), \quad (19)$$

внаслідок чого для об'єднання цих виразів для параметра τ_1 буде мати місце вираз

$$\tau_1 = \frac{t_1(n-1)}{\ln\left(\frac{B_1 + B_3}{B_3}\right)} \quad (20).$$

Для параметра τ_0 у відповідності із (19) можна записати

$$\tau_0 = \tau_1 \ln\left(\frac{B_3}{B_1 + B_3}\right) - t_1, \quad (21)$$

що після виставки (20) та врахування властивостей логарифмічних функцій трансформується до виразу

$$\tau_0 = \frac{t_1 \ln\left(\frac{B_3}{B_1 + B_3}\right) - t_1}{\ln\left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3}\right)} \quad (22).$$

Таким чином, в результаті вимірювань сигналу $U(t)$, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на тест-вплив $x(t)$, в три апіорі заданих моменти часу t_i , $i = 1,3$ визначаються параметри оператора K - вираз (17), τ_1 - вираз (20) та τ_0 - вираз (22).

Для визначення похибок визначення цих параметрів мають місце відповідно вирази

$$\delta_1 = \left| \frac{K_0}{K} - \left| 1 - \frac{AK_0}{AK} \right| \right|; \quad (23)$$

$$\delta_2 = \frac{|\tau_1 - \tau_{10}|}{\tau_{10}} = \left| 1 - \frac{t_1(n-1)}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right|; \quad (24)$$

$$\delta_3 = \frac{|\tau_0 - \tau_{00}|}{\tau_{00}} = 1 - \frac{t_1 \ln \left[\frac{(B_1 + B_3)}{(B_1 + B_3 - B_2)} \left(\frac{B_3}{B_1 + B_3} \right)^n \right]}{\tau_{00} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)}; \quad (25)$$

де K_0 , τ_{10} , τ_{00} - номінальні величини коефіцієнта передачі, постійної часу та часу запізнення оператора мобільної пожежної установки відповідно.

5 Якщо ε_i , $i=1,3$ - апіорі задані малі числа, то результат контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки визначається критеріями

$$\left| 1 - \frac{AK_0}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_1 \quad (26)$$

$$\left| 1 - \frac{t_1(n-1)}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_2$$

$$\left| 1 - \frac{t_1 \ln \left[\frac{(B_1 + B_3)}{(B_1 + B_3 - B_2)} \left(\frac{B_3}{B_1 + B_3} \right)^n \right]}{\tau_{00} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_3 \quad (27)$$

$$(28).$$

10 Таким чином, стрибкоподібна зміна положення вогнища загоряння по одній координаті в одному та в протилежному напрямках на апіорі заданому інтервалі часу, вимірювання величин сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на стрибкоподібні зміни положення вогнища загоряння, в три апіорі задані моменти часу, забезпечують контроль діяльності оператора мобільної пожежної установки із використанням основних його параметрів - коефіцієнта передачі, часу запізнення та постійної часу.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2240728, МПК А61В 5/16, 2004
2. Патент України №142473, МПК А62С 37/00, А61В 5/16, G09В 9/02, 2020.

20 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Спосіб контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки, що включає формування зображення вогнища загоряння, на апіорі заданому інтервалі часу стрибкоподібно змінюють положення вогнища загоряння по одній координаті в одному та в протилежному напрямках і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки при кожній стрибкоподібній зміні положення вогнища загоряння, який **відрізняється** тим, що після першої стрибкоподібної зміни положення вогнища загоряння в два апіорі задані моменти часу вимірюють величини сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, при цьому другий апіорі заданий момент часу відрізняється від першого апіорі заданого моменту часу в n -разів, величину якої вибирають за умови:

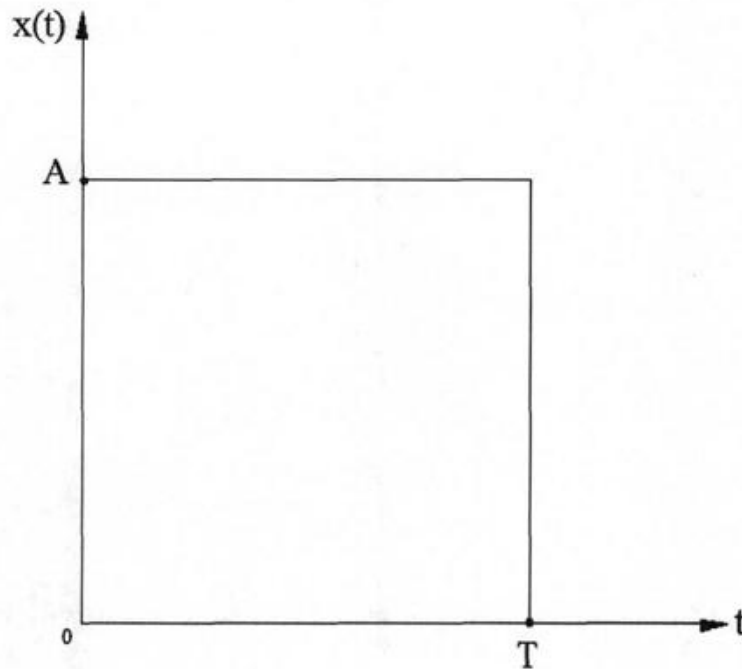
$$1,0 < n < 1,0 + T t_1^{-1},$$

де t_1 - перший апіорі заданий момент часу; T - апіорі заданий інтервал часу між стрибкоподібними змінами положення вогнища загоряння, крім того після другої стрибкоподібної зміни положення вогнища загоряння в третій апіорі заданий момент часу, який відстає від першого апіорі заданого моменту часу на інтервал часу між стрибкоподібними

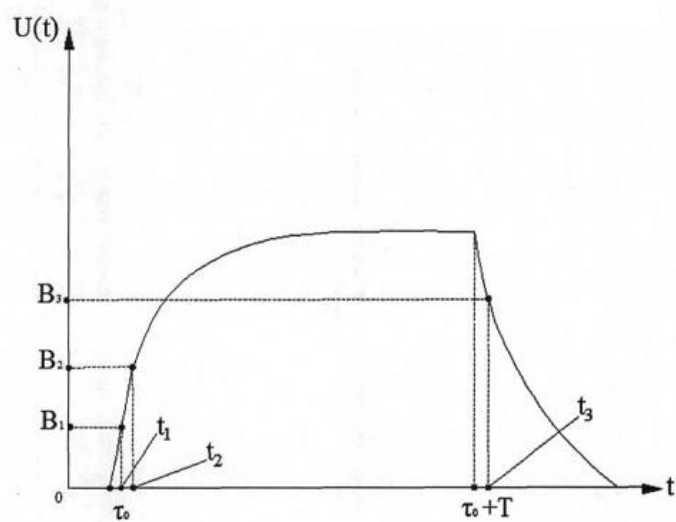
змінами положення вогнища загоряння, вимірюють величину сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, а результат контролю діяльності оператора мобільної пожежної установки визначають за допомогою критеріїв:

$$\begin{aligned}
 & \left| 1 - \frac{B_1 + B_3}{AK_0} \right| \leq \varepsilon_1; \\
 & \left| 1 - \frac{t_1(n-1)}{\tau_{10} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_2; \\
 & \left| 1 - \frac{t_1 \ln \left[\frac{(B_1 + B_3)}{(B_1 + B_3 - B_2)} \left(\frac{B_3}{B_1 + B_3} \right)^n \right]}{\tau_{00} \ln \left(\frac{B_1 + B_3 - B_2}{B_3} \right)} \right| \leq \varepsilon_3,
 \end{aligned}$$

де $B_i, i = \overline{1,3}$ - величина сигналу, який характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на стрибкоподібну зміну положення вогнища загоряння в i -й апіорі заданий момент часу; A - параметр (амплітуда імпульсу), який характеризує положення вогнища загоряння; K_0 , τ_{10} , τ_{00} - номінальні величини коефіцієнта передачі, постійної часу та часу запізнення оператора мобільної пожежної установки відповідно; $\varepsilon_i, i = \overline{1,3}$ - малі, апіорі задані числа.



Фиг. 1



Фиг. 2