



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **148694** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
A62C 37/00
A62C 37/50 (2006.01)
G09B 9/02 (2006.01)
A61B 5/16 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|---|---|
| (21) Номер заявки: u 2021 00702 | (72) Винахідник(и): Абрамов Юрій Олександрович (UA), Собина Віталій Олександрович (UA), Закора Олександр Вікторович (UA), Фещенко Андрій Борисович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 17.02.2021 | |
| (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.09.2021 | |
| (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.09.2021, Бюл.№ 36 | (73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023 (UA) |

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Спосіб контролю оператора мобільної пожежної установки полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння, стрибкоподібно змінюють його положення по одній із координат і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на цю зміну. Через однакові інтервали часу вимірюють величини приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, визначають значення амплітудно-частотної характеристики то фазово-частотної характеристики оператора мобільної пожежної установки на апіорі обраній частоті, величину якої вибирають випадковим чином.

UA 148694 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 сенсомоторної реакції, точність 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 різниці значень показників до та після тестового впливу, складають опис діяльності оператора протягом технологічного циклу, визначають параметри тестового впливу та визначають операційно-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 різних вихідних даних.

Найближчим аналогом до способу 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 визначають згідно із критерієм [2].

Недоліком такого способу є те, що при його реалізації не використовуються динамічні властивості оператора мобільної пожежної установки в частотній області.

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель, є використання динамічних властивостей оператора мобільної пожежної установки в частотній області при його контролі.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі контролю оператора мобільної пожежної установки, який полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння, стрибкоподібно змінюють його положення по одній із координат і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на цю зміну, згідно з корисною моделлю, через однакові інтервали часу вимірюють величини приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, визначають значення амплітудно-частотної характеристики то фазово-частотної характеристики оператора мобільної пожежної установки на апіорі вибраній частоті, величину якої вибирають випадковим чином, по формулах:

$$A_1(\omega_0) = B^{-1} \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega_0(k+0,5)\tau] \right)^2 + \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega_0(k+0,5)\tau] \right)^2 \right]^{0,5}; \quad (1)$$

$$\varphi_1(\omega_0) = -\arctg \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega_0(k+0,5)\tau] \right) \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega_0(k+0,5)\tau] \right)^{-1} \right], \quad (2)$$

де B - величини зміни положення вогнища загоряння; Δ_k - величина приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння на інтервалі часу між $k+1$ -м та k -м вимірами, τ - інтервал часу між $k+1$ -м та k -м

моментом, в які здійснюється вимірювання; ω_0 - кругова частота, на цій же частоті визначають значення амплітудно-частотної характеристики та фазово-частотної характеристики оператора мобільної пожежної установки по формулах:

$$A_2(\omega_0) = K \left[1 + (\omega_0 \tau_1)^2 \right]^{0,5}; \quad (3)$$

$$\varphi_2(\omega_0) = -\omega_0 \tau_0 - \arctg \omega_0 \tau_1, \quad (4)$$

де K - номінальне значення коефіцієнта передачі оператора мобільної пожежної установки; τ_0, τ_1 - номінальні значення часу запізнення та постійної часу оператора мобільної пожежної установки, а результат контролю визначають за допомогою критеріїв:

$$|A_1(\omega_0) - A_2(\omega_0)| \leq \varepsilon_1; \quad (5)$$

$$|\varphi_1(\omega_0) - \varphi_2(\omega_0)| \leq \varepsilon_2, \quad (6)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - апіорі задані малі числа. Інтервал часу між вимірюваннями величини приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, визначають за теоремою Котельнікова, а закон розподілу частоти вибирають рівномірним.

Спосіб контролю оператора мобільної пожежної установки здійснюється наступним чином.

Формують зображення вогнища загоряння (наприклад, за допомогою інтерактивної дошки) і стрибкоподібно змінюють його положення по одній із координат на величину B . Положення вогнища загоряння описується виразом:

$$x(t) = B \cdot l(t), \quad (7)$$

де $l(t)$ - функція Хевісайда.

Через однакові інтервали часу τ вимірюють величини приросту Δ_k сигналу $y(t)$, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, тобто на сигнал (7). Величина Δ_k характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на сигнал (7) на інтервалі часу між $k+1$ -м та k -м вимірюванням.

За результатами вимірювань величини $\Delta_k, \overline{0, n}$ сигнал $y(t)$ можна представити у вигляді:

$$y(t) = \sum_{k=0}^n \Delta_k \cdot l(t - (k + 0,5)\tau), \quad (8)$$

де $l(t - (k + 0,5)\tau)$ - функція Хевісайда.

Амплітудно-частотна характеристика $A_1(\omega_0)$ та фазово-частотна характеристика $\varphi_1(\omega_0)$ оператора мобільної пожежної установки визначаються виразами:

$$A_1(\omega_0) = \text{mod } W(j\omega); \quad (9)$$

$$\varphi_1(\omega_0) = \text{arg } W(j\omega), \quad (10)$$

де $W(j\omega)$ - амплітудно-фазова частотна характеристика оператора мобільної пожежної установки; ω - кругова частота; j - уявна одиниця.

Для $W(j\omega)$ має місце

$$W(j\omega) = Y(p)[X(p)]^{-1} \Big|_{p=j\omega}, \quad (11)$$

де $Y(p), X(p)$ - зображення по Лапласу відповідно функцій (8) та (7).

Із врахуванням виразів (7), (8) та (11) для частотних характеристик $A_1(\omega)$ та $\varphi_1(\omega)$ у відповідності із (9) та (10) можна записати вирази:

$$A_1(\omega) = B^{-1} \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega(k + 0,5)\tau] \right)^2 + \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega(k + 0,5)\tau] \right)^2 \right]^{0,5}; \quad (12)$$

$$\varphi_1(\omega) = -\text{arctg} \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega(k + 0,5)\tau] \right) \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega(k + 0,5)\tau] \right)^{-1} \right]. \quad (13)$$

На апіорі вибраній частоті ω_0 , величину якої вибирають випадковим чином, визначають значення амплітудно-частотної характеристики $A_1(\omega_0)$ та фазово-частотної характеристики $\varphi_1(\omega_0)$ оператора мобільної пожежної установки по формулам (12) та (13).

Передаточна функція оператора мобільної пожежної установки описується виразом

$$W(p) = K \exp(-p\tau_0)(\tau_1 p + 1)^{-1}, \quad (14)$$

де K - коефіцієнт передачі, τ_0 - час запізнення; τ_1 - постійна часу, p - комплексне число.

Цій передаточній функції відповідають амплітудно-частотна $A_2(\omega_0)$ та фазово-частотна характеристики $\varphi_2(\omega_0)$

$$A_2(\omega) = K [1 + (\omega\tau_0)^2]^{-0,5}; \quad (15)$$

$$\varphi_2(\omega) = -\omega\tau_0 - \text{arctg} \omega\tau_1. \quad (16)$$

Для апіорі вибраної частоти ω_0 значення характеристик (15) та (16) будуть дорівнювати відповідно $A_2(\omega_0)$ та $\varphi_2(\omega_0)$.

Величину інтервалу часу τ в виразах (12) та (13) визначають за теоремою Котельнікова:

$$\tau = 0,5 f_m^{-1}, \quad (17)$$

де f_m - максимальна частота спектральної характеристики сигналу (8). Це унеможливило втрати інформації стосовно динамічних властивостей оператора мобільної пожежної установки.

Випадковий вибір частоти для визначення частотних характеристик оператора мобільної пожежної установки забезпечує зміну їх значень при проведенні чергового контролю. При виборі рівномірного закону розподілу частот забезпечується рівномірне перекриття всього робочого діапазону частот.

Результат контролю оператора мобільної пожежної установки визначають за допомогою критеріїв

$$|A_1(\omega_0) - A_2(\omega_0)| \leq \varepsilon_1; \quad (18)$$

$$|\varphi_1(\omega_0) - \varphi_2(\omega_0)| \leq \varepsilon_2. \quad (19)$$

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - апіорі задані малі числа, а значення параметрів K, τ_0 та τ_1 при визначенні $A_2(\omega_0)$ та $\varphi_2(\omega_0)$ згідно з виразами (15) та (16) є номінальними.

Таким чином, вимірювання величин приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, через однакові інтервали часу, визначення значень амплітудно-частотної та фазово-частотної характеристик оператора мобільної пожежної установки на апіорі вибраній випадковим чином частоті по формулам (12), (13), визначення частотних характеристик оператора мобільної пожежної установки на цій же частоті по формулах (15), (16), а також порівняння цих частотних характеристик між собою, забезпечують врахування динамічних властивостей оператора мобільної пожежної установки в частотній області при його контролі.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2240728, МПК А61В5/16, 2004
2. Патент України № 142473, МПК А62С 37/00, А61В 5/16, G09В 9/02, 2020.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35

1. Спосіб контролю оператора мобільної пожежної установки, який полягає в тому, що формують зображення вогнища загоряння, стрибкоподібно змінюють його положення по одній із координат і вимірюють інформаційні параметри сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на цю зміну, який **відрізняється** тим, що через однакові інтервали часу вимірюють величини приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, визначають значення амплітудно-частотної характеристики то фазово-частотної характеристики оператора мобільної пожежної установки на апіорі вибраній частоті, величину якої вибирають випадковим чином, по

формулах:

$$A_1(\omega_0) = B^{-1} \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega_0(k + 0,5)\tau] \right)^2 + \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega_0(k + 0,5)\tau] \right)^2 \right]^{0,5};$$

45

$$\varphi_1(\omega_0) = -\arctg \left[\left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \sin[\omega_0(k+0,5)\tau] \right) \left(\sum_{k=0}^n \Delta_k \cos[\omega_0(k+0,5)\tau] \right)^{-1} \right],$$

де B - величини зміни положення вогнища загоряння; Δ_k - величина приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння на інтервалі часу між $k+1$ -м та k -м вимірами, τ - інтервал часу між $k+1$ -м та k -м моментом, в які здійснюється вимірювання; ω_0 - кругова частота, на цій же частоті визначають значення амплітудно-частотної характеристики та фазово-частотної характеристики оператора мобільної пожежної установки по формулах:

$$A_2(\omega_0) = K \left[1 + (\omega_0 \tau_1)^2 \right]^{-0,5};$$

$$\varphi_2(\omega_0) = -\omega_0 \tau_0 - \arctg \omega_0 \tau_1,$$

10 де K - номінальне значення коефіцієнта передачі оператора мобільної пожежної установки; τ_0, τ_1 - номінальні значення часу запізнення та постійної часу оператора мобільної пожежної установки (в результаті контролю визначають за допомогою критеріїв:

$$|\varphi_1(\omega_0) - \varphi_2(\omega_0)| \leq \varepsilon_2,$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - апіорі задані малі числа.

15 2. Спосіб контролю оператора мобільної пожежної установки за п. 1, який **відрізняється** тим, що інтервал часу між вимірюваннями величини приросту сигналу, що характеризує реакцію оператора мобільної пожежної установки на зміну положення вогнища загоряння, визначають за теоремою Котельникова, а закон розподілу частоти вибирають рівномірним.