

УДК 62-1/-9.007.005.1:62-503.5

ДИНАМІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА ДРОБНОПОРЯДКОВОЮ ПЕРЕДАВАЛЬНОЮ ФУНКЦІЄЮ

Д.В. Мрачковський, аспірант
Криворізький національний університет
В.К. Титюк, доктор технічних наук, професор
Криворізький національний університет

Ключові слова: ергатична система, людина-оператор, динамічна ідентифікація, дробнопорядкова передавальна функція.

Ергатичні системи широко поширені в сучасному проми-словому виробництві. Типовим прикладом таких систем у гірничодобувній промисловості є екскаватори різноманітних типів, бурові станки та інше гірничовидобувне обладнання, роботою якого керує людина-оператор [1].

Наявність "людського фактора" в ергатичних системах часто трактують як їхній недолік, чому є певні підтвердження. Від 40% до 80% нещасних випадків та надзвичайних ситуацій у різних сферах діяльності трапляються через людський фактор, внаслідок невідповідності, несприятливих психологічних факторів та втому [2]. В ергатичних системах гірничодобувної промисловості негативний вплив людини-оператора проявляється у формі впливу кваліфікації людини-оператора на техніко-економічні показники виробничих процесів.

Керуючі дії оператора мають складну психофізіологічну природу, у реакції оператора виділяють дві основні складові [3]:

- детерміновану, яка відповідає реакції на вхідний сигнал еквівалентного людині-оператору динамічного елемента;
- ремнантну (від англ. remnant - залишок), яка є різницею між дійсним вхідним сигналом оператора і реакцією лінійної моделі.

Роботу присвячено динамічній ідентифікації детермінованої складової реакції людини-оператора як нелінійної нестационарної динамічної ланки системи керування ергатичною системою за результатами експериментального дослідження.

Зміст експериментального дослідження полягав у реєстрації реакції оператора на зовнішній сигнал і визначенні динамічних характеристик цієї реакції. Зовнішній сигнал генерувався в моделі MATLAB/Simulink, рис.1.

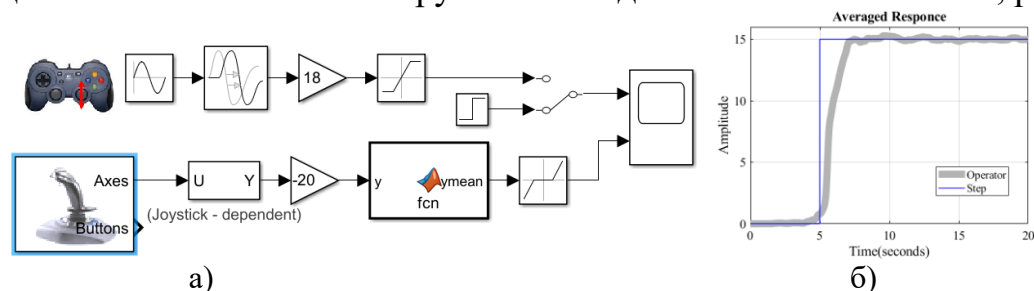


Рисунок 1 – Модель MATLAB/Simulink для проведення експериментального дослідження людини-оператора: а – модель у MATLAB/Simulink; б – усереднений відгук людини-оператора

Найпростіша структура динамічної моделі людини-оператора - це найвідоміша модель першого порядку плюс транспортне запізнювання (FOPDT). Модель FOPDT часто є розумним наближенням до поведінки процесу і продемонструвала свою корисність для передачі основних характеристик процесу і як проста в обчисленнях сурогатна модель у симуляторах для навчання та оптимізації.

Не можна стверджувати, що модель FOPDT є істинним уявленням. Модель FOPDT - це практичне уявлення, що балансує між кількома аспектами корисності. Однак реальний процес, найімовірніше, має вищий порядок і є нелінійним.

Саме тому було зроблено спробу ідентифікації оператора дробнопорядковими аналогами лінійної моделі FOPDT.

Для динамічної ідентифікації дробнопорядкової передавальної функції людини-оператора використано відому бібліотеку FOMCON, розроблену для MATLAB. Запропоновано використати передавальну функцію людини-оператора у наступній формі:

$$F(s) = \frac{1}{A \cdot s^\alpha + 1} \quad (1)$$

Отримані результати статистичного опрацювання параметрів дробнопорядкової передавальної функції людини-оператора подано в табл.1.

Таблиця 1. Результати дробнопорядкової ідентифікації моделі оператора

№ пп	Параметр	Среднее значение, μ	Среднеквадратичное отклонение, σ
1	A	0.90718	0.21631
2	α	1.1782	0.04322

Середнє значення коефіцієнту регресії цієї моделі складає 83,2 %. Хоча така модель має досить низьке середнє значення коефіцієнта регресії, ця модель, зрештою, має шанс виявитися більш точним представленням динамічної моделі людини-оператора.

Виконані дослідження підтверджують можливість ідентифікації моделі людини-оператора передавальною функцією дробового порядку.

Список використаних джерел

1. Haifeng Zhu, (2019), Fundamental Models for Missions of Engineered Systems, Systems Conference (SysCon) IEEE International. pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/syscon.2019.8836714>
2. Kletz, T., Amyotte, P., (2019) Accidents said to be due to human error, What Went Wrong?, 6th. ed. Butterworth-Heinemann. 53–172. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810539-9.00007-0>
3. Logan, G. D., Van Zandt, T., Verbruggen, F., & Wagenmakers, E.-J. (2014). On the ability to inhibit thought and action: General and special theories of an act of control. Psychological Review, 121(1), 66–95. <https://doi.org/10.1037/a0035230>