

Д. В. МРАЧКОВСЬКИЙ, аспірант, В. К. ТИТЮК, д-р техн. наук, проф.,
М. Л. БАРАНОВСЬКА, канд. техн. наук, доц., Д. О. ЄРЬОМІН, магістрант
Криворізький національний університет

ДИНАМІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА В ЕРГАТИЧНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

Швидке зростання технічного прогресу перетворило людину із безпосереднього виконавця в оператора, основна функція якого полягає в контролі та керуванні робочими процесами в промисловості, транспорті, енергетиці. Виробнича система, в якій задіяна людина-оператор, є ергатичною [1].

Наявність «людського фактору» в ергатичних системах часто трактують як їхній недолік, чому є певні підтвердження. Кількість аварій та катастроф, пов'язаних з помилками операторів, постійно зростає, а їхні наслідки стають все більш масштабними й трагічними [2]. В ергатичних системах гірничодобувної промисловості негативний вплив людини-оператора виявляється в зниженні техніко-економічних показників виробничих процесів. Низький рівень кваліфікації оператора екскаватора може приводити до підвищення питомого енергоспоживання на 30 – 40 % [3].

Отже, людину-оператора можна розглядати як нелінійну динамічну ланку в замкненому контурі керування виробничим процесом.

Таким чином, для підвищення ефективності виробничих механізмів гірничодобувної промисловості необхідно враховувати особливості роботи людини-оператора. Тому, науково-практична задача розробки математичної моделі людини-оператора в людино-машинній системі керування гірничодобувним обладнанням є важливою й актуальною задачею.

Керуючі дії оператора мають складну природу і складаються із детермінованої та випадкової складових. Детермінована складова являє собою реакцію еквівалентного людині-оператору динамічного елементу постійної структури; стохастична складова – залежить від функціонального стану оператора та обумовлена кінцевою керованістю нервово-м'язової системи людини, обмеженою точністю і суб'єктивністю сприйняття вхідної інформації.

Відповідно, в реакції оператора виділяють дві основні складові: детерміновану і ремнантну (від англ. remnant – залишок), яка є різницею між дійсним вхідним сигналом оператора та реакцією лінійної моделі.

Математична модель оператора ергатичної системи має поєднувати цілий спектр притаманних людині біохімічних, фізичних, психофізичних та психологічних параметрів, її реакцій та взаємодії з оточуючим середовищем.

Виходячи з описаних вище особливостей поведінки оператора, мова може йти не про комплексну модель, розраховану на всі випадки діяльності оператора, а лише про модель виконання конкретної операції.

Для встановлення рівняння передавальної функції людини-оператора було виконано експериментальні лабораторні дослідження роботи людини-оператора. У якості органу керування використовувався джойстик геймпада Logitech F310. Реєстрація дій оператора здійснювалася за допомогою MATLAB/Simulink.

За результатами обробки експериментальних даних було встановлено, що передавальна функція детермінованої складової реакції людини-оператора може бути надана у формі добутку коливальної ланки другого порядку та ланки транспортного запізнення.

Список літератури

1. **Korobiichuk I.**, Evaluation methods for the ergatic system reliability operator / **Korobiichuk I., Tokar A., Danik Y.**, Automation 2019: progress in automation, robotics and measurement techniques. 2020. Vol. 920. P. 560–570.
2. **Tan Y.**, Research for Unmanned Aerial Vehicle components reliability evaluation model considering the influences of human factors / **Tan Y., Feng D., Shen H.**, 3rd International Conference on Mechanical, Electronic and Information Technology Engineering. 2017. Vol. 139.
3. **Babaei K. M.**, Study of Digging Productivity of an Electric Rope Shovel for Different Operators / **Babaei K. M., Hall R.A.**, Minerals. 2016. Vol. 6, № 2. P. 48.