

УДК 004.02: 613.6.01

ОЦІНКА РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРА ЕКСКАВАТОРА ЗА БАГАТЬМА КРИТЕРІЯМИ

Філь Н.Ю., Древаль І.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Автомагістралі вимагають постійного догляду. своєчасного усунення руйнувань, що з'явилися у процесі експлуатації. Тільки застосування спеціалізованої дорожньо-будівельної техніки дозволяє проводити роботи своєчасно та якісно.

Якісний та кількісний склад спеціалізованої техніки дорожньо-будівельних підприємств визначає темпи будівництва, вартість виконання робіт, якість виконуваних робіт, довговічність зведених або відремонтованих об'єктів і, зрештою, конкурентоспроможність підприємства, його імідж.

В даний час основна частка робіт з екскавації ґрунту при будівництві та ремонті автомобільних доріг виконується одноківшевими екскаваторами циклічної дії. Сьогодні одноківшеві екскаватори використовуються для проведення аварійно-рятувальних операцій зруйнованих будівель, відновленні автомобільних та залізничних доріг [1].

Багато досліджень вітчизняних та закордонних вчених присвячені темі ефективності роботи екскаваторів. Активні дослідження велися з середини ХХ століття – періоду активного виробництва та використання дорожньо-будівельної техніки. До найбільш відомих можна віднести: «Підвищення продуктивності одноківшевих екскаваторів» (Домбровський Н.Г., 1951); «Режими управління екскаваторами СЕ – 3 та ЕКГ – 4» (Панев Б.І., 1966); «Експлуатаційна надійність та технічне обслуговування екскаваторів ЕКГ – 8 та ЕКГ – 8І» (Голубєв В.А., Троп А.Є., Карасьов Н.М. та ін., 1971 р); «Надійність гірничого обладнання та ефективність його використання» (Голубєв В.А., Троп А.Є., 1974). У роботах розглядаються показники, що

впливають на високопродуктивну та ефективну роботу кар'єрного екскаватора.

В роботах українських вчених багато уваги приділяється розвитку конструкцій однокішшевих екскаваторів для їх максимальної ефективності в роботі [2]. На основі аналізу ходових пристроїв та перспектив їх удосконалення запроєктовано конструкцію ходового обладнання однокішшевого екскаватора, що може використовуватись на опорній поверхні зі значною зміною її рельєфу.

В роботі [3] зазначено, що найбільш поширеною та часто використовуваною будівельною технікою є однокішшевий гідравлічний екскаватор.

В ході воєнних дій в Україні багато зруйновано будівель та споруд, що призводить до утворенню завалів на транспортних мережах та ускладненню доставки техніки на об'єкти для виконання аварійно-відновлювальних робіт.

Таким чином, сучасні екскаватори є високопродуктивними великогабаритними електромеханічними системами великої потужності, вдосконалення конструкцій яких знаходиться в постійному розвитку. Але у складних умовах роботи завдання управління здійснюються лише за спільної взаємодії оператора екскаватора та машини. тобто треба розглядати систему «оператор-екскаватор» [4].

Адже оператору екскаватора необхідно контролювати засоби відображення інформації, спеціальні пристрої контролю роботи електроприводів та діагностики обладнання – інформаційно-діагностичні системи, впливати на ручні та ножні органи управління, візуально контролювати хід робіт з екскавації та навантаження гірничої маси у транспортні засоби. Однією з обов'язкових умов ефективної експлуатації людино-машинних систем є високий рівень підготовки людини, що у роботі підсистеми.

Ефективність управління та експлуатації підсистеми «оператор-екскаватор» залежить не тільки від комплексного показника технічних

характеристик екскаватора та показник поточного технічного стану екскаватора, узагальненого ергономічного показника, але комплексного показника ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора.

Комплексний показник ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора складається з трьох показників кваліфікації, стажу роботи та наявності розряду оператора. Взагалі задача оцінки показника ефективності та продуктивності праці оператора екскаватора відноситься до слабоформалізованих задач. Для її розв'язання пропонується використовувати експертні методи прийняття рішень.

Основними етапами експертних методів прийняття рішень є: формулювання мети та вибір альтернатив та критеріїв для оцінки; встановлення професійних вимог до експертів; створення експертної групи; формування необхідних правил роботи експертної групи; проведення опитування експертів та внесення необхідних поправок загального висновку групи.

Проведений аналіз літератури дозволив визначити, що для виявлення важливості критеріїв найбільш точним є метод аналізу ієрархій Т. Сааті (Analytic Hierarchy Process - MAI), що використовує попарні порівняння об'єктів [5].

MAI – це систематична процедура ієрархічного представлення елементів, що визначає суть проблеми. Завдяки MAI складну проблему прийняття рішень можна зрозумілим та раціональним чином структурувати у вигляді ієрархії, порівняти та виконати кількісну оцінку альтернативних варіантів рішення, використовуючи думки експертів.

Класичному MAI присвячено багато досліджень, наприклад [5]. Розглянемо алгоритм MAI, який включає наступні кроки.

Крок 1. Синтез моделі проблеми у вигляді ієрархії, що включає мету, альтернативні варіанти досягнення мети та критерії для оцінки якості альтернатив.

Крок 2. Знаходження пріоритетів всіх елементів ієрархії з допомогою методу парних порівнянь. Даний метод передбачає порівняння експертом попарно елементів O_1, O_2, \dots, O_n (об'єктів, критеріїв, альтернатив) та заповнення матриці парних порівнянь A :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

де a_{ij} - це позитивне число, що показує у скільки разів вага елемента O_i більше ваги O_j , тобто $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, де w_i, w_j - ваги i -го та j -го елементів відповідно [5].

Для попарного порівняння елементів використовується шкала порівнянь чи відносин Сааті.

Матриця A має наступні властивості: вона є квадратною, зворотно-симетричною, по діагоналі стоять одиниці.

Максимальний власне значення λ_{max} буде співпадати з порядком матриці n , а відповідний йому власний вектор

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

є вектором ваг (важливості) елементів.

Нормовані ваги \bar{w} можуть бути розраховані за формулою

$$w_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, (j = \bar{1}, n)$$

Крок 3. Перевірка думок експертів на узгодженість.

Матриці попарних порівнянь найчастіше є узгодженими. МАІ допускає неузгодженість думок при попарних порівняннях як невід'ємну частину. Тим не менш, надійні рішення не можуть бути ухвалені без прийнятного рівня узгодженості. У МАІ вводяться спеціальні числові показники – індекс узгодженості та індекс відносної узгодженості, що характеризує ступінь довіри до отриманих результатів.

Крок 4. Синтез глобальних пріоритетів альтернатив шляхом лінійного згортання пріоритетів елементів на ієрархії.

МАІ набув широкого поширення завдяки своїй здатності поєднувати величезну кількість неоднорідних даних та простому отриманню ваг альтернатив.

Проте суттєвим недоліком цього методу є наявність великої ймовірності помилки, яка може бути допущена експертами під час проведення попарного порівняння.

В даний час існує багато модифікацій МАІ. Для зниження впливу людської помилки пропонується використовувати результати теорії нечітких множин. Це дозволить експерту оперувати не тільки точними оцінками, а й інтервалами оцінювання альтернатив і критеріїв.

Література:

1. Л. А. Хмара, С.В. Шатов Використання будівельної техніки для виконання рятувальних та відновлювальних робіт при ліквідації наслідків стихійних лих та аварій // Будівництво України. 2008. № 5. С. 34-39.
2. М.К. Сукач, С.І. Лисак, С.І. Суслов Екскаратор для аварійно-рятувальних робіт // Харків: Вісник ХНАДУ, 2012. Вип 57. С. 222-227.
3. Л. А. Хмара, О. О. Дахно, А. М. Константінов, К. І. Дорохіна Телескопічне робоче обладнання одноківшевих гідравлічних екскаваторів / Л. А. Хмара, // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: зб. наук. тр. / Придніпр. держ. акад. буд. і архітектури. Дніпро, 2017. - Вип. 97. - С. 62-75.
4. Н.Ю. Філь, І.В. Древаль Ергономічні показники кабіни екскаватору // Комп'ютерні технології та мехатроніка: зб. наук. праць за матеріалами V Міжнар. наук.-практ. конф., (24 травня 2023 р.). – Харків, ХНАДУ, 2023. С. 57-59.
5. Saati T. Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij, Moscow, Radio i svjaz', 1993, 278 p.