

2. Lei W. Maximum fuel economy – oriented power management design for a fuel cell vehicle using battery and ultracapacitor [Текст] / Lei W., Hui L. // IEEE Transactions on Industry Applications.– Vol. 46(3), 2010.– pp. 1011–1020.

3. Ярославцев М. В. Определение потерь в тяговом приводе автономного транспортного средства с комбинированной энергетической установкой методом имитационного моделирования [Текст] / М. В. Ярославцев ; науч. рук. В. Н. Аносов // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 1–5 дек. 2015 г.– Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015.– Ч. 5.– С. 174-175.

Антонюк Олег Павлович, к.т.н., ст. викл. кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: AntonukOP@gmail.com.

Шевченко Роман Борисович, студент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: roma.shevchenko1997@gmail.com.

Antoniuk Oleg P., Ph.D., senior off Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: AntonukOP@gmail.com.

Shevchenko Roman B. student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: roma.shevchenko1997@gmail.com.

УДК 630.383

В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЕРГОНОМІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

При вирішенні задач оцінки ефективності взаємодії людини з транспортними засобами ключову роль відіграють ергономічні показники, які в значній мірі впливають на можливі зміни стану здоров'я операторів та обслуговуючого персоналу, а також на продуктивність виконання операцій транспортними засобами. Визначено сукупність енергономічних показників, сформульовані правила на основі використання методів теорії нечітких множин.

Ключові слова: ергономіка, транспортні засоби, нечіткі моделі, критерій.

Ergonomic indicators play a key role in assessing the effectiveness of human interaction with vehicles, which significantly affect the possible changes in the health of operators and staff, as well as the productivity of vehicle operations. The set of energy efficiency indicators is determined, the rules are formulated on the basis of using the methods of fuzzy set theory.

Key words: ergonomics, vehicles, fuzzy models, criterion.

Аналіз науково-технічної літератури з ергономіки дозволив виділити ряд найбільш істотних показників, що впливають на якість взаємодії в системі "людина - транспортний засіб". До таких показників відносяться: рівень шуму в кабіні; параметри мікроклімату, і перш за все температура; рівень фізичного навантаження на різні органи управління (рульове колесо, важелі, педалі); антропометричні параметри сидіння водія; рівні загальної і локальної вібрації; рівень психоемоційного напруження і втоми, які в свою чергу визначаються, як швидкістю руху, рельєфом місцевості, навантаженням з боку систем відображення інформації, стиль водіння і т.д.

З математичної точки зору показники ергономічності транспортного засобу носять різнотипний характер і вимірюються в різномірних непорівнянних шкалах, що вимагає їх природного нормування [1-3]. Існує достатньо значна кількість операцій нормування, серед яких особливе місце займає використання функцій приналежності, які при вирішенні різних класифікаційних задач можуть використовуватися для синтезу відповідних вирішальних правил.

Наприклад, визначення ризику виникнення тих чи інших захворювань від «Невдалих» ергономічних рішень при визначенні рівня комфортності кабіни водія і т.д.

З огляду на загальні рекомендації, що спостерігаються синтез нечітких вирішальних правил, пропонується технологія визначення ергономічного рівня транспортного засобу по кожній зі складових. Прості ергономічні показники можна безпосередньо виміряти: рівень шуму в кабіні (X_1), температура в кабіні (X_2), середній рівень навантаження на руки (X_3), середній рівень навантаження на ноги (X_4), вібрації всього тіла (X_5), вібрація на руках (X_6), вібрація на ногах (X_7), кут нахилу сидіння (X_8), висота сидіння (X_9), відстань до основних органів управління (X_{10}) та ін. Рівень ергономічності пропонується визначати як функцію приналежності з носієм за шкалою безпосереднього вимірювання: $X_t - \mu_e(X_t)$. Причому значення одиниць для $\mu_e(X_t)$ слід надавати на тому інтервалі X_t , де створюються максимально ефективні умови для взаємодії в системі "людина-транспортний засіб".

Для таких показників, як рівень психоемоційного напруження, рівень втоми та ін., які визначаються безліччю ознак, пропонується їх опис в якості носія, в ергономіці зручно використовувати деякі інтегральні показники [4-8]. Рівень психоемоційного напруження (ПЕН) визначається з використанням тестів Айзенка, Тейлора, Спіл-Бергера-Ханіна. Показники уваги та енергетичних характеристик біологічно активних точок, «пов'язані» з психоемоційною сферою. За цією складовою розраховується коефіцієнт впевненості (КВ) як ступінь ПЕН у випробуваного - $KB_{ПЕН}$.

Використовуючи $KB_{ПЕН}$ як носій, можливо встановити рівень ергономічності від ПЕН через відповідну функцію приналежності $\mu_e(KB_{ПЕН})$. Для об'єднання окремих складових рівня (показників) ергономічності в один показник (критерій) – рівень ергономічності, використано адитивний підхід:

$$PE = \sum_{j=1}^n a_j \cdot \mu_e(S_j), \quad (1)$$

де S_j - носій відповідних функцій приналежностей ($X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, KB_{ПЕН}, \dots$); a_j - вагові коефіцієнти, що характеризують внесок кожної складової в загальний показник PE. Зазначимо, що вагові коефіцієнти визначаються методом експертного оцінювання.

Для нормування величини PE використовується узагальнена функція приналежності до рівня ергономічності з носієм $PE - \mu_e^0(X_t)$. В іншому варіанті може бути введено кілька рівнів ергономіки транспортного засобу, які визначаються через систему функцій приналежності: незадовільна ергономіка - $\mu_e^h(PE)$; задовільна ергономіка - $\mu_e^z(PE)$; середня - $\mu_e^c(PE)$; хороша - $\mu_e^x(PE)$; передова - $\mu_e^n(PE)$; вище світового рівня - $\mu_e^{scp}(PE)$. Аналіз функцій приналежності свідчить, що апарат теорії нечіткої логіки прийняття рішень може бути використаний для вирішення широкого спектра завдань оцінки і проектування транспортних засобів, якість яких визначається різноманітними ергономічними критеріями.

Висновки

Визначено, що з математичної точки зору показники ергономічності транспортних засобів носять різноманітний характер і вимірюються в різних шкалах. Це потребує істотного нормування. Показано, що існує достатньо значна кількість операцій нормування, серед яких особливе місце займає використання функцій приналежності до рівня ергономіки. При вирішенні різних кваліфікаційних завдань можливо використати синтез відповідних правил. З'ясовано, що для розв'язання завдань і проблем ергономіки доцільним є використання математичного апарату нечітких множин. Це дає можливість більш реально оцінити ергономічні показники транспортних засобів.

Список використаних джерел

1. Интернет вещей, IoT, M2M URL: <http://www.tadviser.ru/a/302413>
2. Стандартизация интернета вещей. URL: <http://www.tadviser.ru/a/492733>
3. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В., Дьяченко В.О., Замуренко А.С. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачання на основі їх логічних структурних схем надійності. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С. 290-304.
4. Интернет Вещей: куда идём и что это будет. URL: <https://shalaginov.com/2018/07/08/4457>

5. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О. Кіберфізичний підхід при створенні, функціонуванні та удосконаленні транспортно-виробничих систем. Центральнотехнічний науковий вісник. Технічні науки. 2020. Вип. 3(34). С.331-343.

6. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Кузик О.В., Тихий А.А. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем. Монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020, 428 с.

7. Аулін В.В., Панков А.О., Гриньків А.В., Лівіцький О.М., Щеглов А.В. Автоматизація робочих процесів засобів механізації застосуванням розподілених систем управління. Матеріали XXI Міжнародної наукової конференції „Сучасні проблеми землеробської механіки” – Харків: ХНТУСГ, 2020. С.18-19.

8. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О., Кернус Р.О. Необхідність розроблення нової системи організації та управління логістичними потоками. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С 236-237

Аулін Віктор Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральнотехнічний національний технічний університет, м. Кропивницький, AulinVV@gmail.com.

Голуб Дмитро Вадимович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральнотехнічний національний технічний університет, м. Кропивницький, Dimchik529@gmail.com.

Гриньків Андрій Вікторович – к.т.н., старший викладач кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральнотехнічний національний технічний університет, м. Кропивницький, AVGrinkiv@gmail.com.

Aulin Viktor Vasilievich – Dr. Prof., Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, AulinVV@gmail.com.

Golub Dmitry Vadimovich – Ph.D. Assoc. Prof, Associate Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, Dimchik529@gmail.com.

Hrynkyv Andrii Viktorovych – Ph.D., Senior Lecturer, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, AVGrinkiv@gmail.com.

УДК 656:338

В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.С. Замуренко

ФОРМАЛЬНИЙ ПІДХІД ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАЦІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Розглянуто формальний підхід дослідження ефективності операцій в транспортних системах, що є основою для автоматизації системних досліджень ефективності. Наведено послідовну реалізацію їх відображень. З'ясовано наявну велику міру невизначеності відображень, її вплив на реалізацію підходу та шляхи вирішення.

Ключові слова: Транспортна система, дослідження, ефективність, операція, відображення.

The formal approach of research of efficiency of operations in transport systems which is a basis for automation of system researches of efficiency is considered. The sequential realization of their reflections is given. The existing large degree of uncertainty of mappings, its influence on the implementation of the approach and solutions are clarified.

Keywords: Transport system, research, efficiency, operation, mapping.