

УДК 629.047

Ю.В. Шабатура, І.Б. Мількович

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

АНАЛІЗ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ АДЕКВАТНОСТІ УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНОЮ РУХОМОЮ ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ

У роботі розглянуто задачу створення мікропроцесорної системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм, проведено аналіз напрямів та методів її вирішення.

Ключові слова: адекватність управління, система контролю, засинання.

Актуальність теми. В сучасному суспільстві автомобіль перейшов до розряду звичайних засобів пересування. Разом із зростанням кількості автомобілів неухильно зростає й інший, сумний показник – кількість смертей і травмувань на дорогах. Аналіз статистики дорожньо-транспортних пригод показує, що в більшості випадків їх причиною (до 75%) є не технічний стан автомобілів, а неухильність і занадто ризикований стиль управління водіїв цих авто. Особливо небезпечною у цьому відношенні є стомленість водія. Тому необхідна розробка системи, яка дозволяє здійснювати постійний контроль за рівнем адекватності управління автомобілем водієм [1].

Досвід експлуатації цивільних транспортних засобів показує, що однією з найпоширеніших причин виникнення дорожньо-транспортних пригод з важкими наслідками є втрата адекватності управління водієм. Причому у більшості випадків вона виникає через стомлення водія, внаслідок чого виникають помилки управління, а іноді він навіть може заснути під час руху автомобіля. В рідших випадках втрата здатності до адекватного управління транспортним засобом може виникати внаслідок хвороби або з інших причин.

Широке застосування військової техніки в сучасних Збройних Силах гостро ставить задачу розробки і впровадження мікропроцесорної системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм.

Для наземної рухомої військової техніки вищезазначені причини втрати адекватності управління теж мають місце, окрім того, в бойових умовах додається ще один чинник – механіка-водія може бути поранено або вбито. В такій ситуації особливо важливим є необхідність сповістити екіпаж про відсутність адекватного управління бойовою машиною та вжити заходів щодо залагодження ситуації. Таким чином, створення

системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Різним варіантам розв'язку задачі контролю адекватності управління транспортним засобом присвячено чимало публікацій і патентів. Робота більшості запатентованих пристроїв базується на реєстрації частоти пульсу водія, зміни шкірно-гальванічної реакції, частоти переміщення повік очей або на визначенні положення його голови [2–10]. Однак усі ці пристрої мають ряд суттєвих недоліків. Вони потребують приєднання датчиків до тіла водія або є дуже складною і ненадійною в експлуатації оптоелектронною системою [1].

Аналіз багатьох доступних джерел інформації показав, що для військової техніки в даний час визначена задача взагалі не вирішується.

Метою статті є аналіз світових тенденцій розвитку систем контролю адекватності управління транспортними засобами і визначення пріоритетних напрямів створення ефективної системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм та розгляд практичних аспектів її використання в Сухопутних військах ЗС України.

Аналіз відомих методів і технічних засобів контролю адекватності управління транспортними засобами. У загальному випадку під адекватністю розуміють відповідність, збіг яких-небудь параметрів, задовільний з точки зору певних цілей.

Під адекватністю управління транспортним засобом розуміється повна відповідність реагування водія на дорожньо-транспортну ситуацію, яка проявляється через виконання ним управлінських дій шляхом направленої дії на органи управління (кермо, важелі, педалі, кнопки, тощо), враховуючи динаміку реагування, тобто часові затримки не повинні перевищувати типові

фізіологічні норми здорової людини в допустимих межах.

Основними причинами порушення адекватності управління транспортним засобом є запізнювана реакція, відсутність реакції, технічна

несправність транспортного засобу (ТЗ). На підставі детального аналізу відзначених причин пропонується класифікація порушень, які впливають на адекватність управління. Запропонована класифікація подана (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація основних причин порушення адекватності управління транспортним засобом

Для контролю адекватності управління цивільними транспортними засобами використовуються методи, які базуються на реєстрації різноманітних психофізіологічних характеристик, фізико-моторних реакцій та положення частин тіла водія.

Одним із найбільш відомих критеріїв оцінки адекватності водія є зміна шкірно-гальванічної реакції [2, 3, 4]. Пристрої для реалізації цього способу містять електроди з можливістю розміщення їх на зап'ястку або на пальці водія із засобами кріплення.

Даний метод має ряд суттєвих недоліків:

- необхідність розміщення електродів на зап'ястку або на пальці водія із засобами їх кріплення, що створюють додаткові незручності водієві;

- велика кількість ситуацій, при яких змінюється шкірно-гальванічна реакція, що часто може призвести до хибної тривоги. Наприклад, підвищення температури в зоні управління і, як результат, потіння.

Крім того, в результаті експериментів встановлено, що у деяких людей сигнал на зап'ястку пропадає з невідомих причин при їх цілком працездатному психофізіологічному стані, що викликає в системі хибні тривоги. Але при цьому на пальцях сигнал шкірно-гальванічної реакції зберігається. В інших людей спостерігається зворотна ситуація: зберігається сигнал на зап'ястку при зникненні його на пальцях [4].

В якості фактора аналізу контролю адекватності управління транспортних засобів у роботі [5] розглянуто частоту пульсації серця. Цей

підхід потребує прикріплення датчика до мочки вуха та подачі сигналу на головний телефон. Недоліками цих систем є:

- необхідність розміщення датчика на тілі водія із засобами його кріплення, що створює додаткові незручності водієві;

- використання величини значення пульсу в якості критерію стану серцевої діяльності має малу діагностичну значимість і також може призвести до явища хибної тривоги, оскільки цей показник є досить варіативним.

Системи, що відслідковують переміщення повік очей, потребують використання водієм спеціальних окулярів [6], контактних лінз [7]. Це є недоліком цієї системи, оскільки створює незручності водієві.

Іншим критерієм переходу в стан втрати працездатності водія є контроль нахилу голови водія в різні боки.

Відомі пристрої [8, 9], що містять корпус серпоподібної форми з розміщеним в ньому датчиком кута нахилу голови водія транспортного засобу.

Недоліками даних пристроїв є:

- складність у виготовленні;
- необхідність закріплення на голові водія спеціального пристрою;
- неоднакова чутливість облаштування при нахилах голови засинаючого водія вперед і на бік.

Відомий пристрій [10], що слідкує за нахилом голови водія транспортного засобу за допомогою оптичного відбивача, встановленого на лобовому склі транспортного засобу, та трьома оптронами, встановленими в підголовнику таким чином, що крайні оптрони розміщені відповідно навпроти лівої і правої мочки вуха, а центральний оптрон – на рівні верхівки голови водія.

Недоліком цього пристрою є необхідність утримувати голову в межах зони дії датчиків, що створює певний дискомфорт і призводить до втомлюваності.

Відомі також системи, що використовують як критерій працездатності аналіз у часі стискування водієм рульового колеса [11, 12]. Ці пристрої базуються на вимірюванні тиску пальців рук водія на рульове колесо та порівнянні із встановленими граничними значеннями. При виході сили тиску на рульове колесо за встановлені межі створюються умови для подання пробуджуючого сигналу.

Узагальнену класифікацію представлених методів контролю адекватності управління транспортних засобів за класифікаційною ознакою за видом контрольованого параметра представлено (рис. 2)

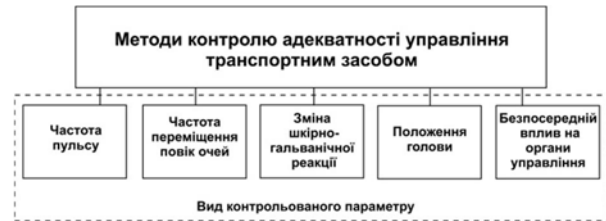


Рис. 2. Класифікація методів контролю адекватності управління транспортними засобами

У загальному випадку при управлінні наземним рухомим об'єктом реалізується якась цільова функція стану водія в частині, що має відношення до управління ТЗ, $\phi(M)$, де M – вектор аргументів, відповідних факторів, що впливають на результат управління. Будемо розуміти під M n -мірний вектор, компонентами якого є відповідний набір показників стану водія.

Про адекватність управління будемо судити за нормою відхилення $\Delta\phi$ – поточного значення $\phi(M)$ від значень $\phi(M^*)$, де M^* – вектор еталонного стану водія:

$$\Delta\phi = \|\phi(M^*) - \phi(M)\| \quad (1)$$

Постає задача – визначити приналежність M околу M^* , при якому ще забезпечено умову $\Delta\phi \leq \rho$. Величина ρ – це граничне значення, котре визначається згідно з певним критерієм керованості та залежить від обраного методу контролю адекватності управління транспортним засобом.

При реалізації умови $\Delta\phi > \rho$ управління визнається як неадекватне.

Контроль за адекватністю управління наземною рухомою військовою технікою повинен враховувати ряд особливостей. Ситуації, в яких здійснюється управління наземною рухомою військовою технікою, характеризується великим динамізмом (марш, бій, засідка, розвідка та інші), що вимагає базувати побудову системи контролю на аналізі низки різних показників стану механіка-водія.

Типова номенклатура військових машин досить широка і, як наслідок, велика кількість типів органів управління ними (важелі повороту, штурвал, важіль перемикання передач, рульове колесо, кнопки тощо). Крім того, військова техніка працює в жорстких умовах: вібрації, удари, перепад температур навколишнього середовища, а також за будь-яких погодних умов. Тому використовується спецодяг, наприклад, рукавиці у зимовий період.

Оскільки в тій самій ситуації психофізіологічні реакції різних людей неоднакові, очевидно, що в роботі системи необхідно

передбачити режим адаптації під конкретного механіка-водія (режим навчання).

У цілому системи, які були розглянуті вище, розраховані на «середнього оператора», отже, повинні працювати в діапазоні узагальнених параметрів об'єкта контролю, тобто водія. Вони не здатні аналізувати низку різноманітних характеристик для контролю адекватності управління і не є адаптивними.

Аналіз численних джерел дозволяє зробити деяку класифікацію систем контролю адекватності управління транспортними засобами з точки зору технічних рішень, хоча зрозуміло, що будь-яка класифікація не є вичерпною. Розглянемо таку класифікацію, виходячи з цілей цієї роботи.

У плані системо-технічних рішень розглянуті пристрої можливо поділити на декілька груп.

За типом датчиків, що застосовуються:

- розподілені системи (котрі містять просторово розділені частини і датчики, що складаються з декількох різнофункціональних частин, наприклад, світлодіод-фотоприймач);

- зосереджені системи (мають інтегровані датчики, які є цілісними закінченими пристроями, наприклад, датчик тиску).

За місцем розташування датчиків:

- на тілі водія;
- на органах управління;
- вмонтовано в сидіння;
- перед водієм (на відстані).

За типом каналів передачі даних:

- проводове з'єднання;
- безпроводове з'єднання (радіоканал, інфрачервоні промені).

Щодо апаратної реалізації систем можна відмітити наступні тенденції:

- застосування мікропроцесорної техніки;
- прагнення мінімізації датчиків при розташуванні їх на тілі;

- застосування датчиків, котрі щонайменше заважають або взагалі є непомітними при розташуванні їх на органах управління.

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що для вирішення задачі контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою найбільш перспективним є метод аналізу в часі стискувальних зусиль з боку механіка-водія на органах управління.

Практичне значення застосування системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм у Сухопутних військах ЗС України полягає в попередженні дорожньо-транспортних пригод, що досягається за рахунок постійного контролю за станом механіка-водія та інформуванні екіпажу про

випадки відсутності адекватної реакції з боку механіка-водія на дорожні ситуації.

У подальших роботах автори планують провести оптимізацію набору психофізіологічних характеристик механіка-водія, які необхідно застосовувати при створенні системи контролю адекватності управління наземною рухомою військовою технікою механіком-водієм та способів їх контролю.

Висновки

1. У даній статті проведено аналіз світових тенденцій розвитку систем контролю адекватності управління наземними рухомими транспортними засобами. Розглянуто методи аналізу, що застосовуються для вирішення цієї задачі та обрано найбільш перспективний з них – аналіз в часі стискувальних зусиль з боку механіка-водія на органах управління.

2. Контроль за станом механіка-водія військових машин ускладнений наявністю великої номенклатури органів управління та можливістю створення екстремальних ситуацій при штатному застосуванні. Це потребує контролю низки різних показників стану механіка-водія.

3. У плані технічних рішень розробники прагнуть до застосування мікропроцесорної техніки, мініатюризації приладів та до адаптивності системи.

4. Для Збройних Сил України вирішення задачі контролю адекватності управління військовими наземними рухомими транспортними засобами є вкрай необхідним та актуальним.

Список літератури

1. Шабатура Ю.В. *Технологія вимірювання на основі представлення значень вимірюваних величин часовими інтервалами: монографія* / Юрій Васильович Шабатура. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 324 с.

2. Патент 2200095 РФ, МПК7 В60К28/06, G08B21/00 *Телеметрическая система контроля бодрствования водителя транспортного средства* / В.В. Дементийенко, А.Г. Марков, В.М. Шахнарович; заявитель и патентообладатель *Закрытое акционерное общество «НЕЙРОКОМ»*. – № 2001122090/09; заявл. 09.08.2001; опубл. 10.03.2003.

3. Патент 2107460 РФ, МПК7 А61В5/05, А61В5/103, А61В5/18. *Способ регистрации кожно-гальванических реакций и устройство для его осуществления* / Л.А. Галченков, В.В. Дементийенко, Л.Г. Коренева, А.Г. Марков, В.М. Шахнарович; заявитель и патентообладатель *Закрытое акционерное общество «НЕЙРОКОМ»*. – № 96110526/14; заявл. 28.05.1996; опубл. 27.03.1998.

4. Патент 2282543 РФ, МПК7 В60К28/06. *Телеметрическая система контроля бодрствования водителя транспортного средства* / В.В. Дементийенко, А.Г. Марков, Д.Г. Фомин, В.М. Шахнарович; заявитель и

патентообладатель Закрытое акционерное общество "НЕЙРОКОМ". – № 2005104304/11; заявл. 18.02.2005; опубл. 27.08.2006 Бюл. № 24.

5. Патент 2111133 РФ, МПК7 В60К28/06. Устройство для предупреждения об опасности водителя механического транспортного средства при утрате им активности вследствие, например, засыпания / Е.М. Подлазов – № 94024580\28; заявл. 30.06.1994; опубл. 20.05.1998. Бюл. № 6.

6. Патент 2423070 РФ, МПК7 А61В 3/113. Измерение бдительности / Джонс Мюррей. – №2007136788/14; заявл. 06.03.2006; опубл. 10.07.2011. Бюл. № 19.

7. Патент 6087941 США, МПК7 G08В23/00. Warning device for alerting a person falling asleep/ Mark Ferraz. – № 09/391671; заявл. 08.09.1999; опубл. 11.07.2000.

8. Патент 4272764 США, МПК7 G08В021/00. Self contained head mountable sleep inhibiting device / Myron R Herr, Austin E Elmore. – № 111711; заявл. 14.01.1980; опубл. 09.06.1981.

9. Патент 2345420 РФ, МПК7 В60К28/06. Устройство для предупреждения от засыпания водителя транспортного средства/ П.Н. Ровинский, Е.П. Лебедев – заявитель и патентообладатель: ООО «Центр РИН-ХХІ». – № 2005122421/09; заявл. 15.07.2005; опубл. 27.01.2009.

10. Патент 2034724 РФ, МПК7 В60К28/06. Устройство для предупреждения засыпания водителя во время движения/ В.С. Шкрабак, Ю.Я. Прокопенко. – № 4937275\11; заявл. 20.05.1991; опубл. 10.05.1995. Бюл. № 6–4 с.

11. Патент 2214931 РФ, МПК7 В60К28/06. Устройство контроля за состоянием бодрствования водителя транспортного средства/ В.В. Плетнёв. – № 2001118939/28; заявл. 10.07.2001; опубл. 27.10.2003.

12. Патент 43615 Україна, МПК7 В60К28/06. Пристрій для контролю за рівнем активності водія в керуванні механічним транспортним засобом / Ю.В. Шабатура, О.П. Григор'єв. – № 2001042404; заявл. 10.04.2001; опубл. 17.12.2001, бюл. № 11/2001.

АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ АДЕКВАТНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНОЙ ПОДВИЖНОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

Ю.В. Шабатура, И.Б. Милькович

В работе рассмотрена задача создания микропроцессорной системы контроля адекватности управления наземной подвижной военной техникой механиком-водителем, проведен анализ направлений и методов ее решения.

Ключевые слова: адекватность управления, система контроля, засыпание.

ANALYSIS OF WORLD TRENDS OF DEVELOPMENT OF SYSTEMS CONTROLLING ADEQUACY OF SURFACE-MOBILE MILITARY VEHICLES OPERATION

Yu. Shabatura, I. Milkovich

In the paper the problem of creation of a microprocessor system controlling adequacy of ground mobile military vehicles operation by a driver is considered, the analysis of trends and methods for its solution is shown.

Keywords: adequacy of management, control system, sleep.