

УДК 656.05

DOI: 10.15276/pidtt.1.67.2022.10

Волобуєва Т. В., Сирота В. М. Мінаков В. М., Волобуєв Д. О.
Одеська державна академія будівництва та архітектури

ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА МОЖЛИВОГО ЧИСЛА ЦИКЛІВ НАВЧАННЯ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ВОДІЯ ДО ЗАДАНОГО РІВНЯ

***Анотація.** У зв'язку зі збільшенням аварійності на дорогах країни, виникла необхідність прогнозування процесу навчання водіїв. В роботі показана можливість прогнозувати час і ступінь підготовленості водіїв у процесі їхнього навчання до необхідного рівня підготовки з урахуванням індивідуальних психофізіологічних даних. Запропоновано математичну модель формування кількості циклів навчання водія певним прийомом водіння.*

***Ключові слова:** ергономічна оцінка, оператор, рівень підготовки.*

Вступ. Однією з основних причин аварійності на автомобільному транспорті є недостатня професійна майстерність водіїв. Аналіз дорожньо-транспортних пригод показує, що неправильні і неузгоджені дії водіїв у більшості випадків викликані помилками в оцінці дорожньо-транспортних ситуацій і прогнозі їх подальшого розвитку.

У діючих програмах підготовки водіїв [1,2] навчання водінню автомобіля приділяється менш чверті навчального часу. Підвищення вартості пально-мастильних матеріалів ще більше скорочує цей час. Крім економічних проблем причинами недостатньо високого рівня підготовки водіїв є відсутність науково-обґрунтованих методичних розробок і технічних засобів для формування у водіїв необхідних навичок управління автомобілем. Особливо гостро стоїть проблема системної оцінки характеристик і результатів процесу навчання.

Існуючі методи оцінки професійної підготовки водіїв автомобілів припускають, що в процесі навчання автомобіль і середовище залишаються незмінними і не пов'язаними з кількісними характеристиками рівня навченості людини. Однак в процесі навчання разом зі зміною організації дій людини змінюється організація функціонування автомобіля. Одночасно змінюється характер сприйняття людиною навколишнього середовища.

Спочатку середовище сприймається поелементно, потім функціональними групами і, нарешті, симультанно, тобто в цілому. Всі

ці зміни не знаходять відображення в існуючих методах оцінки рівня професійної підготовки людини. Це призводить до значних помилок при вирішенні завдань управління процесом навчання і прогнозування його результатів.

Методологією ергономічної оцінки є системний підхід [3]. Останній передбачає взаємозв'язок і взаємозумовленість станів і характеристик компонентів системи "людина-машина-середовище". Тому ергономічна оцінка рівня навченості людини повинна враховувати зміни станів машини і середовища в процесі навчання і вплив цих змін на характеристики навченості людини.

Отже, практична реалізація системного підходу до ергономічної оцінки процесу навчання з урахуванням взаємозв'язку і взаємозумовленості станів і характеристик компонентів системи "людина - автомобіль - обстановка руху" до теперішнього часу залишається актуальною.

Мета роботи. Можливість прогнозування результатів терміну і ступеня підготовленості водіїв у процесі їхнього навчання до необхідного рівня підготовки.

Основна частина. Можливий рівень підготовки людини оцінюється через вірогідність правильного виконання тестового завдання. В якості тестових завдань можуть використовуватися:

а) в ситуаціях з фіксованою обстановкою руху - дії з рульовим колесом і педалями управління, виконання маневрів зупинки у стоп-лінії, постановка автомобіля в бокс переднім ходом та інші, тобто в даній ситуації процес навчання є аперіодичним.

б) в ситуаціях зі змінною обстановкою руху - рух із заданою швидкістю в транспортному потоці, рух за лідером на заданій дистанції в транспортному потоці та інші, тобто процес навчання має коливальну складову.

У ситуації з фіксованою обстановкою руху. Рівень підготовки учня оцінюється через вірогідність правильного виконання тестового завдання за формулою [4,5]:

$$P_u = \frac{C_0}{\lambda_1} e^{\lambda_1(m-1)} + \frac{C_1}{\lambda_2} e^{\lambda_2(m-1)} + P_y, \quad (1)$$

де C_0, C_1, C_2 – константи інтегрування;

τ – вимір часу;

m – жорсткість функціональної норми;

P_y – ймовірність виникнення сталого рівня успішності навчання.

$$\lambda_1 = (u + w) - \frac{A_2}{3}, \quad u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}; \quad p = A_1 - \frac{A_2^2}{3};$$

$$\lambda_2 = -\frac{u + w}{2} \pm i \frac{u - w}{2} \sqrt{3} - \frac{A_2}{3}, \quad w = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}; \quad q = \frac{2A_2^3}{27} - \frac{A_1 A_2}{3} + 1. \quad (2)$$

$$\lambda^3 + A_2 \lambda^2 + A_1 \lambda + 1 = 0. \quad (3)$$

$$\frac{d^3 \Delta P_q}{d\tau^3} + A_2 \frac{d^2 \Delta P_q}{d\tau^2} + A_1 \frac{d \Delta P_q}{d\tau} + \Delta P_q = 0, \quad (4)$$

Крива навчання розбивається на чотири ділянки (рисунок 1).

– перша ділянка – вихід на перше проміжне плато (1 і 2 цикли навчання) і перше проміжне плато (2–4 цикли навчання) характеризується стійким зростанням ймовірності P_q від 0 до сталого значення $P_y = 0,4$;

– друга ділянка - вихід на друге проміжне плато (4 і 6 цикли навчання) і друге проміжне плато (6–7 цикли навчання) характеризується стійким зростанням ймовірності P_q від 0,4 до сталого значення $P_y = 0,7$;

– третя ділянка – (7–11 цикли навчання) характеризується зменшенням ймовірності P_q відповідно до принципу необхідного руйнування старого детермінізму від 0,7 до сталого значення $P_y = 0,5$;

- четверта ділянка - вихід на кінцеве плато (11 і вище цикли навчання) характеризується стійким зростанням ймовірності P_q від 0,5 до сталого значення $P_y = 1,0$.

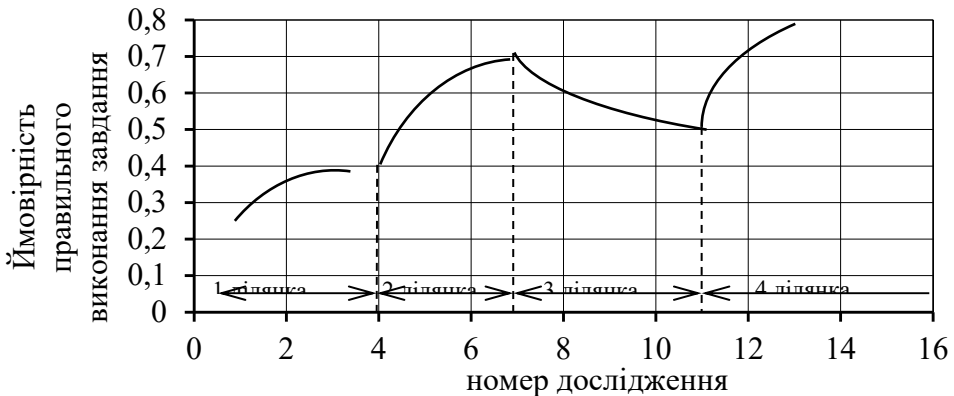


Рисунок 1– Динаміка успішності навчання водіїв зупинці у «стоп-лінії»:

Параметри кривих навчання на розглянутих ділянках представлені в таблиці 1. Значення постійних λ_1 і λ_2 можуть бути розраховані за допомогою емпіричних формул [4,5]:

$$\begin{aligned} & \frac{C_0}{\lambda_1} = -P_y, \quad \frac{C_1}{\lambda_2} = 0; \\ \text{- на першій ділянці:} & \\ & \frac{C_0}{\lambda_1} = -\frac{0.75}{0.90}(P_y - 0.1), \quad \frac{C_1}{\lambda_2} = P_y + \frac{C_0}{\lambda_1}; \\ \text{- на другій ділянці:} & \\ & \frac{C_0}{\lambda_1} = P_{c0} - 0.25, \quad \frac{C_1}{\lambda_2} = \frac{C_0}{\lambda_1} - P_{c0}; \\ \text{- на третій ділянці:} & \\ & \frac{C_0}{\lambda_1} = -\frac{0.75}{0.90}(P_y - 0.1), \quad \frac{C_1}{\lambda_2} = P_y + \frac{C_0}{\lambda_1}. \end{aligned}$$

Таблиця 1 - Параметри кривих навчання в ситуаціях з фіксованою обстановкою руху

№ ділянки	k	r	P_{c0}	P_y	λ_1	λ_2	$\frac{C_0}{\lambda_1}$	$\frac{C_1}{\lambda_2}$
1	0.001	1	0	0.4	-1	-1	-0.4	0
2	0.001	1	0.4	0.7	-1	-1	-0.5	+0.2
3	0.001	1	0.7	0.5	-1	-1	+0.45	-0.25
4	0.001	1	0.5	1.0	-1	-1	-0.75	+0.25

З урахуванням викладеного рівняння (1) перетвориться до виду:

- на першій ділянці:

$$P_c = 0.4(1 - e^{-(m-1)}); \quad (5)$$

- на другій ділянці:

$$P_c = 0.7 - 0.3e^{-(m-1)}; \quad (6)$$

- на третій ділянці:

$$P_c = 0.5 + 0.2e^{-(m-1)}; \quad (7)$$

- на четвертій ділянці:

$$P_c = 1 - 0.5e^{-(m-1)}. \quad (8)$$

З рівнянь (5) ... (8) випливає, що для досягнення заданого рівня підготовки на кожній із ділянок кривої навчання необхідно зробити m_k циклів навчання:

- на першій ділянці:

$$m_1 = 1 - \ln\left(1 - \frac{P_c}{0.4}\right); \quad (9)$$

- на другій ділянці:

$$m_2 = 1 - \ln \frac{0.7 - P_u}{0.3} ; \quad (10)$$

- на третій ділянці:

$$m_3 = 1 - \ln \frac{P_u - 0.5}{0.2} ; \quad (11)$$

- на четвертій ділянці:

$$m_4 = 1 - \ln \frac{1 - P_u}{0.5} . \quad (12)$$

Загальна кількість циклів навчання необхідних для формування досвіду визначається за формулою:

$$M_{об} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 . \quad (13)$$

У ситуації зі змінною обстановкою руху. При досить великому числі циклів навчання формула може бути представлена у вигляді:

$$P_u = \frac{C_0}{\lambda_1} e^{\lambda_1(m-1)} + P_y . \quad (14)$$

З (14) видно, що для підготовки водія до заданого рівня необхідно затратити m_k циклів навчання:

$$m_k = 1 + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{(P_u - P_y) \lambda_1}{C_0} \quad (15)$$

Висновки. У даній роботі досягнута поставлена мета по визначенню можливості прогнозувати результати терміну і ступеня підготовленості водіїв транспортних засобів у процесі їхнього навчання до необхідного рівня підготовки. Отримані результати роботи дозволяють за допомогою анамнестичного тесту і апаратурних методів оцінки властивостей нервової системи курсантів об'єднувати їх за типом темпераменту в навчальні групи, і в процесі навчання використовувати запропоновану математичну модель по формуванню числа циклів навчання водія певним прийомам водіння, що значно підвищить якість підготовки при знижених термінах навчання.

Список використаної літератури

1. Типові навчальний план і програми підготовки водіїв на право керування автотранспортними засобами категорій „В” і „С”/ М – во освіти України.- К.: Виробничо – видавниче підприємство „КОМПАС”, 1995. – 64 с.

2. Гаврилов Э. В., Линник И, Э., Банатов А. В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХГАДТУ. – Харьков: Изд. ХГАДТУ, 2002.- Вып. 17. - С.57 – 62.

3. Ebbinghaus H. Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentalen Psychologie, Leipzig, 1985.

4. Гаврилов Э. В. Теоретические основы проектирования и организации дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей: Дис... докт.техн. наук.- Харьков, 1990.- 450 с.

5. Сирота В.М. Эргономическая оценка характеристик процесса обучения человека вождению автомобиля: Дис...канд.техн.наук Харьков, 2006.- 197 с.

6. Гаврилов Э.В., Ярещенко Н.В., Сирота В.М. Модель учебного процесса по подготовке водителей // Вестник ХНАДУ. – Харьков: Изд. ХНАДУ, 2002. – Вып. 19. – С. 26-28.

7. Бареников Е. М., Цыганков Э. С., Боуш Р. Л., Сирота В. М. Обучение технике скоростного руления в автомобильном спорте. Учебное пособие. – М.: Изд. ГЦОЛИФК, 1989. – 67 с.

8. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; Заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП „ДержавтотрансНДІпроект”, 2005. – 400 с.

9. Дмитриченко М.Ф. Системологія на транспорті / За заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. Кн. II: Технологія наукових досліджень і технічної творчості / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 318 с.

10. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте / Э.В. Гаврилов. – Киев: Техника, 1976. - 152 с.

ERGONOMIC ASSESSMENT OF THE POSSIBLE NUMBER OF TRAINING CYCLES NECESSARY TO TRAIN A DRIVER TO A GIVEN LEVEL

Volobueva T. V., Sirota V. M. Minakov V. M., Volobuev D. O.
Odesa State Academy of Construction and Architecture

Abstract. *In connection with the increase in accidents on the country's roads, there was a need to forecast the process of training drivers. The work shows the possibility of predicting the time and degree of preparation of drivers in the process of their training to the required level of preparation, taking into account individual psychophysiological data. A mathematical model of the formation of the number of driver training cycles in certain driving techniques is proposed.*

Key words: *ergonomic assessment, operator, training level.*