

## ТРАНСПОРТ

---

---

УДК 331.101.11

Сирота В.М.<sup>1</sup>, к.т.н., Дудников А.Н.<sup>1</sup>, к.т.н., Волобуева Т.В.<sup>2</sup>, инж.

1 — АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка; 2 — ДИАТ, г. Донецк

### ВЕРОЯТНОСТЬ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОГО КОЛИЧЕСТВА ШАГОВ ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЯ ДО ЗАДАННОГО УРОВНЯ

*Обоснована возможность прогнозирования процесса обучения водителей до необходимого уровня подготовки с учетом индивидуальных психофизиологических возможностей человека.*

#### **Введение**

На сегодняшний день показатели аварийности на улицах и дорогах Украины сохраняют тенденцию роста и являются одними из самых высоких в Европе. Характеристики статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) указывают на значительный процент происшествий по вине водителей, который составляет более 50%. Сложившаяся ситуация раскрывает актуальность решения проблемы повышения безопасности дорожного движения в рамках повышения надежности работы водителей.

Значительный процент ДТП по вине водителей в большинстве случаев объясняется слабой профессиональной подготовкой водителей, которая складывается в результате несоответствия предъявляемым требованиям материально-технической базы учебных организаций, недостаточной квалификацией преподавательских кадров, невыполнения в полном объеме программ обучения.

Существующие программы теоретической подготовки водителей, в том числе и учебники, по категориям А, В, С, Д, Е в большей степени направлены на изучение правил дорожного движения и инженерно-техническую подготовку. Практически, главные разделы водительского мастерства – техника и тактика безопасного управления автомобилем, специализированная психологическая и физическая подготовка водителей - остаются вне учебной программы [1, 2].

Указанные аспекты раскрывают основные пути решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения, основным из которых является улучшение взаимодействия человека и технических средств. Приспособление человека к техническим средствам (автомобилю и автомобильной дороге) реализуется путем повышения профессионального мастерства водителя вождению автомобиля. Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что большинство аварий на дорогах связано с ошибками в управляющих действиях водителя [3, 4]. Поэтому совершенствование навыков управления автомобилем является одним из эффективных путей повышения безопасности дорожного движения. Овладение мастерством вождения дает возможность значительно снизить показатели аварийности на дорогах, повысить производительность труда, снизить себестоимость перевозок, сэкономить значительное количество горюче-смазочных материалов, запасных частей и других материальных ценностей.

Существующие методы профессиональной подготовки водителей имеют ряд недостатков, связанных с отсутствием научно-обоснованных методических разработок и технических средств для формирования у водителей требуемых навыков управления автомобилем.

Особенно остро стоит проблема системной оценки характеристик и результатов процесса обучения.

Оценка профессиональной подготовки водителей предполагает, что в процессе обучения автомобиль и среда остаются неизменными и не связанными с количественными характеристиками уровня подготовки человека. Однако в процессе обучения вместе с изменением организации действий человека изменяется организация функционирования автомобиля и организация обстановки движения. Данные изменения не находят отражения в существующих методах оценки уровня профессиональной подготовки водителя. Это приводит к значительным ошибкам в управлении процессом обучения и прогнозировании его результатов. Следовательно, практическая реализация системного подхода к эргономической оценке процесса обучения человека вождению автомобиля до настоящего времени остается актуальной.

### **Цель работы**

Выявление возможности прогнозировать результаты срока и степени подготовленности водителей в процессе их обучения до необходимого уровня подготовки.

### **Основная часть**

Возможный уровень подготовки водителя оценивается через вероятность правильного выполнения им тестового задания. В качестве тестовых заданий могут использоваться:

а) в ситуациях с фиксированной обстановкой движения — работа с рычагами и педалями управления, выполнение маневров останова у стоп-линии, постановка автомобиля в бокс передним ходом и т.п.;

б) в ситуациях с изменяющейся обстановкой движения — движение с заданной скоростью в транспортном потоке, движение за лидером на заданной дистанции в транспортном потоке и т.п.

### **Ситуация с фиксированной обстановкой движения**

Уровень подготовки обучаемого оценивается через вероятность правильного выполнения тестового задания по формуле [5, 6]:

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

где  $\frac{C_0}{\lambda_1}, \frac{C_1}{\lambda_2}$  - константы интегрирования;

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= (u+w) - \frac{A_2}{3}, & u &= \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}; & p &= A_1 - \frac{A_2^2}{3}; \\ \lambda_2 &= -\frac{u+w}{2} \pm i \frac{u-w}{2} \sqrt{3} - \frac{A_2}{3}, & w &= \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}; & q &= \frac{2A_2^3}{27} - \frac{A_1 A_2}{3} + 1. \end{aligned} \quad (2)$$

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

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

где  $u, w, p, q$  — замены переменных;

$\tau$  — измерение времени;

$m$  — жесткость функциональной нормы;

$P_y$  — вероятность возникновения установившегося уровня успешности обучения.

Кривая обучения разбивается на четыре участка (рис. 1):

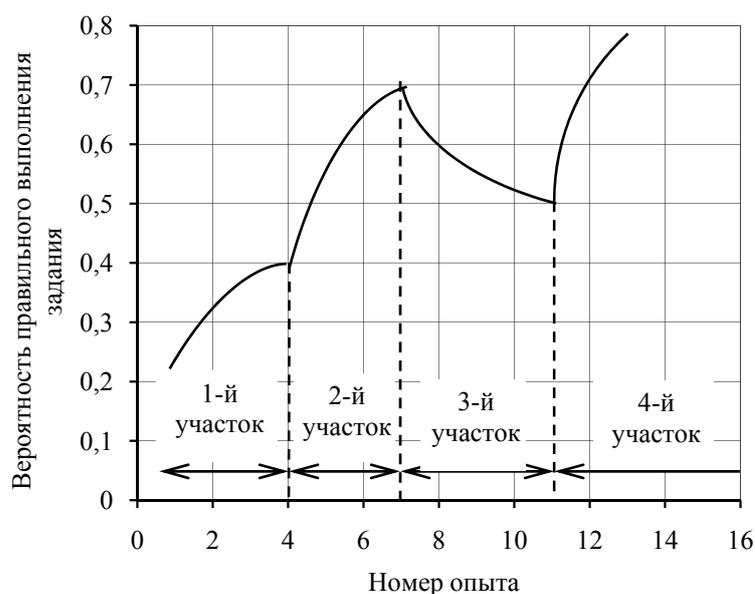


Рис. 1. Динамика успешности обучения водителей остановке у «стоп-линии»:

- первый участок — выход на первое промежуточное плато (1 и 2 шаги обучения) и первое промежуточное плато (2-4 шаги обучения), участок характеризуется устойчивым ростом вероятности  $P_y$  от 0 до установившегося значения  $P_y = 0,4$ ;
- второй участок — выход на второе промежуточное плато (4 и 6 шаги обучения) и второе промежуточное плато (6-7 шаги обучения), участок характеризуется устойчивым ростом вероятности  $P_y$  от 0,4 до установившегося значения  $P_y = 0,7$ ;
- третий участок — (7-11 шаги обучения), участок характеризуется уменьшением вероятности  $P_y$  в соответствии с принципом необходимого разрушения старого детерминизма от 0,7 до установившегося значения  $P_y = 0,5$ ;
- четвертый участок — выход на конечное плато (11 и дальнейшие шаги обучения), участок характеризуется устойчивым ростом вероятности  $P_y$  от 0,5 до установившегося значения  $P_y = 1,0$ .

Параметры кривых обучения на рассмотренных участках представлены в табл. 1. Значения постоянных  $\frac{C_0}{\lambda_1}$  и  $\frac{C_1}{\lambda_2}$  могут быть рассчитаны при помощи эмпирических формул [5, 6]:

- на первом участке  $\frac{C_0}{\lambda_1} = -P_y$ ,  $\frac{C_1}{\lambda_2} = 0$ ;
- на втором участке  $\frac{C_0}{\lambda_1} = -\frac{0,75}{0,90}(P_y - 0,1)$ ,  $\frac{C_1}{\lambda_2} = P_y + \frac{C_0}{\lambda_1}$ ;
- на третьем участке  $\frac{C_0}{\lambda_1} = P_{y0} - 0,25$ ,  $\frac{C_1}{\lambda_2} = \frac{C_0}{\lambda_1} - P_{y0}$ ;
- на четвертом участке  $\frac{C_0}{\lambda_1} = -\frac{0,75}{0,90}(P_y - 0,1)$ ,  $\frac{C_1}{\lambda_2} = P_y + \frac{C_0}{\lambda_1}$ .

Параметры кривых обучения в ситуациях с фиксированной обстановкой движения

№№ участков	$k$	$r$	$P_{q0}$	$P_y$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\frac{C_0}{\lambda_1}$	$\frac{C_1}{\lambda_2}$
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

С учетом изложенного уравнение (1) преобразуется к виду:

– на первом участке

$$P_q = 0,4(1 - e^{-(m-1)}); \quad (5)$$

– на втором участке

$$P_q = 0,7 - 0,3e^{-(m-1)}; \quad (6)$$

– на третьем участке

$$P_q = 0,5 + 0,2e^{-(m-1)}; \quad (7)$$

– на четвертом участке

$$P_q = 1 - 0,5e^{-(m-1)}. \quad (8)$$

Из уравнений (5)...(8) следует, что для достижения заданного уровня подготовки на каждом из участков кривой обучения необходимо совершить  $m_k$  шагов обучения:

– на первом участке

$$m_1 = 1 - \ln\left(1 - \frac{P_q}{0,4}\right); \quad (9)$$

– на втором участке

$$m_2 = 1 - \ln\frac{0,7 - P_q}{0,3}; \quad (10)$$

– на третьем участке

$$m_3 = 1 - \ln\frac{P_q - 0,5}{0,2}; \quad (11)$$

– на четвертом участке

$$m_4 = 1 - \ln\frac{1 - P_q}{0,5}. \quad (12)$$

Общее число шагов обучения, необходимых для формирования навыка, равно

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

### *Ситуация с изменяющейся обстановкой движения*

При достаточно большом числе шагов обучения вероятность правильного выполнения тестового задания определяется по формуле:

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

Из зависимости (14) можно получить необходимое количество шагов обучения для достижения заданного уровня подготовки

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

### **Выводы**

В работе показана возможность прогнозировать время и степень подготовленности водителей в процессе их обучения до необходимого уровня подготовки. Предложена математическая модель формирования количества шагов обучения водителя определенным приемам вождения.

Результаты работы требуют проведения дальнейших экспериментальных исследований на предмет выяснения перечня и содержания тестовых заданий.

### **Список литературы**

1. Типові навчальні плани і програми підготовки водіїв на право керування автотранспортними засобами категорій „В” і „С”/ Міністерство освіти України. — К.: КОМПАС, 1995. — 64 с.
2. Гаврилов Э.В., Линник И.Э., Банатов А.В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХГАДТУ. — Харьков: ХГАДТУ, 2002. — Вып. 17. — С. 57-62.
3. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: ИЛ, 1963. — 829 с.
4. Ферстер Г. Самоорганизующиеся системы // Самоорганизующиеся системы. — М.: Мир, 1964. — С. 5-23.
5. Гаврилов Э.В. Теоретические основы проектирования и организации дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей: Дис... докт.техн. наук. — Харьков, 1990. — 450 с.
6. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте. — Киев: Техника, 1976. — 152 с.

Стаття надійшла до редакції 24.04.08

© Сирота В.М., Дудніков О.М., Волобуєва Т.В., 2008