

канференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К: НТУ, 2014. – С. 65.

6. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

7. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 583 с.

8. Теория и практика припекания порошков / Т.М. Абрамович [и др.]. – Таганрог: Изд-во ТГПИ, 2009. – 320 с.

9. Иванов, В.П. Ремонт автомобилей / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 336 с.

10. Система автоматизированного проектирования технологических процессов восстановления деталей машин / А.А. Витковский [и др.] // Изобретатель. – 2014. – № 2 (170). – С. 38–41.

11. Диалоговая система автоматизированного поиска оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали / В.С. Ивашко [и др.] // Изобретатель. – 2013. – № 9. – С. 46–48.

УДК 656.1

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
MODERNIZATION OF TECHNICAL MEANS OF TRAFFIC  
ORGANIZATION**

***Кравченко А.П.***, доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой автоники и управления на транспорте  
(Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля,  
г. Луганск, Украина);

***Осипов В.А.***, магистр, преподаватель высшей категории  
(Государственное высшее учебное заведение  
«Луганский строительный колледж», г. Луганск, Украина)

***Kravchenko A.***, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Department of Avtonika and Transport Management  
(Volodymyr Dahl East Ukraine National University, Lugansk, Ukraine)

***Osipov V.***, Master, Teacher of the Highest Category (State Higher Educational  
institution «Lugansk building college», Lugansk, Ukraine)

**Аннотация.** Проведено обоснование необходимости модернизации технических средств организации дорожного движения, изложены результаты исследований. Сделаны выводы о перспективе снижения коли-

чества аварий при минимальных капиталовложениях; даны предложения по уточнению существующих методик оценки безопасности движения путем учета новых критериев.

**Abstract.** *The ground of necessity of modernization of technical means of organization of travelling motion is conducted in the article, the results of researches are expounded. Drawn conclusion about the prospect of decline of amount of accidents at minimum capital investments; given suggestion on clarification of existent methodologies of estimation of safety of motion by the account of new criteria.*

## Введение

На сегодня уже не требует особого подтверждения факт огромных потерь большинства стран мира от аварийности на автомобильном транспорте. Как правило, всплеск аварийности прямо пропорционален стремительному росту автомобильного парка государств. Рост автомобилизации по своим темпам в разы превышает технические и бюджетные возможности большинства стран по модернизации сети автомобильных дорог и постоянному приведению их параметров к динамично меняющимся современным требованиям. Поэтому внимание исследователей на постсоветском пространстве должно быть сконцентрировано на проблеме снижения аварийности в условиях отсутствия финансирования работ по реконструкции и новому строительству автомобильных дорог. Необходимо по-новому взглянуть на значимость организации дорожного движения, как реального инструмента влияния на ситуацию с аварийностью.

Анализ публикаций. Изучены монографии, пособия и статьи ряда отечественных и зарубежных исследователей. Всесторонне рассмотрена проблема влияния дорожных условий на безопасность движения в работе проф. Бабкова В.Ф. (МАДИ) «Дорожные условия и безопасность движения» [1], которая вышла еще в 1993 году. Из современных исследований необходимо отметить работу доц. Капского Д.В. (БНТУ). В монографии «Прогнозирование аварийности в дорожном движении» [2] автор значительное внимание уделяет выявлению зависимости аварийности от различных факторов, среди которых особое место занимает изучение этой зависимости от организации движения. Невозможно не согласиться с тезисом проф. Шаши И.К. (АВВУ), который он обозначил в своей статье «Совершенствование системы оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности движения» [3], что обеспечение безопасности на автомобильном транспорте должно идти путем разработки и внедрения интересо-ориентированной системы «человек-автомобиль-дорога», которая базируется на комплексном учете дорожных, технических и социально-экономических факторов.

Постановка проблемы. Разработка и использование технических средств организации дорожного движения (ТС ОДД) исторически проходит параллельно с развитием автотранспортной индустрии. Внедрение определенных новшеств в конструкцию транспортных средств одновременно требует внесения определенных изменений в техническую конструкцию, общий вид технических средств, а зачастую и принятие принципиально новых инженерных решений. ТС ОДД работают во взаимодействии с водителем как комплексно (например, разметка и знаки), так и отдельно (например, шумовые полосы).

### **Основная часть**

Уровень исследований влияния транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и их технического оборудования, к которым относятся и ТС ОДД, на безопасность движения может быть оценен с помощью ряда критериев. Большинство исследований не основано на представительской выборке, полученной на основе формализации данных. В этом заключается основной недостаток такого рода исследований.

Строго говоря, большая часть результатов не может быть распространена на другие места или другие дорожные условия, кроме тех, на которых исследования были проведены. В ряде случаев, например, неизвестно, к какой теоретической величине количества жителей населенного пункта относится исследование. Это значит, что для того, чтобы иметь возможность обобщения результатов исследования на конкретном участке автодороги, необходимо иметь похожие результаты повторных исследований по таким же мероприятиям и сделанных при приблизительно одинаковых условиях. Только те результаты, которые получены достаточно многократно, могут быть обобщены и обработаны.

Размер выборки (количество ДТП) в исследованиях о влиянии элементов дорог и ТС ОДД на количество ДТП отличается большими колебаниями. Небольшие выборки, то есть малое количество измерений и недостаточное число проанализированных ДТП, являются основной проблемой во многих исследованиях.

Случайные и систематические ошибки измерений не могут быть исключены ни в одном из исследований. Неполная отчетность по ДТП является общей проблемой, и она является наиболее важным источником возможных систематических ошибок при измерениях. К тому же не до конца понятно, как будут влиять на статистику ГАИ ДТП с небольшими материальными убытками, где отсутствуют пострадавшие, и при которых, согласно сегодняшнему законодательству, выезд работников Госавтоинспекции не обязателен.

Только в небольшом количестве исследований используется больше чем один источник данных о ДТП (например, ДТП, которые зарегистрированы как в ГАИ, так и в учреждениях здравоохранения, дорожно-эксплуатационных предприятиях или в службах безопасности движения автотранспортных предприятий с тем, чтобы доказать, что пропуски в отчетности о ДТП влияют на конечные результаты).

Для утверждения о том, что любое мероприятие является причиной изменения количества ДТП, необходимо показать, что эти изменения не могут быть объяснены другими явлениями. Подобное требование в его точном понимании может быть выполнено только в ходе проведения экспериментов. При выполнении исследований не экспериментального характера никогда нельзя исключить, что изменения, которые были выявлены в количестве ДТП, были обусловлены другими причинами, кроме исследуемого мероприятия. Однако и проведение полноценных экспериментов на автомобильных дорогах невозможно, так как в ходе их реализации однозначно придется рисковать жизнями и здоровьем участников дорожного движения [4].

На участках автомобильных дорог, где применены ТС ОДД, могут иметь место разнообразные ДТП. В этом случае достоверность возникновения ДТП, которое может произойти при заданном уровне организации движения, определяется формулой суммарной достоверности [5]:

$$P(B_4) = P_4(1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot (1 - P_3), \quad (1)$$

где  $P_1, P_2, P_3$  и  $P_4$  – относительная достоверность происшествий при разных уровнях организации движения;

$B_4$  – заданный уровень организации движения.

Достоверность возникновения ДТП на участках, где использованы ТС ОДД с учетом геометрических параметров автодорог и уровня удобства устанавливается по формуле

$$P = P(B_4) r_{н}, \quad (2)$$

где  $r_{н}$  – риск совершения ДТП по причине несовершенства геометрических элементов участка автодороги.

Прогнозируемое количество ДТП за сутки на участке дороги, где имеются ТС ОДД, определяется с помощью выражения:

$$n = \left[ P_A \cdot \sum_{i=1}^{n_A} N_{A_i} + P_B \cdot \sum_{i=1}^{n_B} N_{B_i} + P_B \cdot \sum_{i=1}^{n_B} N_{B_i} + P_\Gamma \cdot \sum_{i=1}^{n_\Gamma} N_{\Gamma_i} \right] L, \quad (3)$$

где  $n$  – прогнозируемое количество ДТП на сутки;

$P_A, P_B, P_V, P_\Gamma$  – достоверности совершения ДТП, которые определяются по формуле (2);

$n_A, n_B, n_V, n_\Gamma$  – временное количество в сутки при уровнях удобства движения А, Б, В, Г;

$N_{Ai}, N_{Bi}, N_{Vi}, N_{\Gamma i}$  – интенсивность движения в соответствующий промежуток времени;

$L$  – длина участка автодороги, км.

Потери от ДТП за год составят:

$$A = n D Z, \quad (4)$$

где  $n$  – см. формулу (3);

$D$  – количество дней в году;

$Z$  – средние убытки от одного ДТП за год, грн.

Риск совершения ДТП возникает, как правило, при внезапном появлении опасности на автодороге, и как следствие экстренном торможении или маневре автомобиля, который может привести к столкновению как с препятствием в виде впереди идущего автомобиля, так и совершению столкновения с автомобилем, который идет сзади. Такой риск определяется при использовании нормального закона распределения [6] по формуле

$$r_n = 0,5 - \Phi \left( \frac{l_{cp} - l_{кр}}{\sqrt{\delta_l^2 + \delta_{l_{кр}}^2}} \right), \quad (5)$$

где  $l_{cp}$  – среднее значение фактического распределения интервалов в потоке автомобилей;

$\delta_l$  – среднее квадратичное отклонение фактического распределения интервалов;

$l_{кр}$  – критическая разница остановочных путей ведущего и ведомого автомобилей, м, при возникновении которой, риск определяется по формуле (5), (составляет 50 %);

$\delta_{l_{кр}}$  – среднее квадратичное отклонение критической разницы остановочных путей ведущего и ведомого автомобилей, град.

Значение  $l_{кр}$  и  $\delta_{l_{кр}}$  устанавливается по формулам [6]:

– математическое ожидание (среднее значение) критической разницы остановочных путей ведущего и ведомого автомобилей:

$$l_{кр} = S_2 - S_1; \quad (6)$$

– среднее квадратичное отклонение критического параметра:

$$\delta_{t_{\text{кр}}} = \sqrt{\delta_{S_2}^2 + \delta_{S_1}^2}. \quad (7)$$

В формулах (6), (7) –  $S_1$  и  $S_2$  – длины остановочных путей (м);

$\delta_{S_2}$ ,  $\delta_{S_1}$  – средние квадратичные отклонения остановочных путей автомобиля, который следует за лидером, и автомобиля, который лидирует, м.

Параметры  $S$  и  $\delta_S$  определяют при помощи зависимости [6]:

$$S_i = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{K \cdot V^2}{254(\varphi \pm i + f)}, \quad (8)$$

$$\delta_{S_i} = \sqrt{\left[ \frac{t_p}{3,6} + \frac{K \cdot V}{127(\varphi \pm i + f)} \right]^2 \cdot \delta_V^2 + \left[ \frac{K \cdot V^2}{254(\varphi \pm i + f)^2} \right]^2 \delta_\varphi^2 + \left( \frac{V}{3,6} \right)^2 \cdot \delta_{t_p}^2}, \quad (9)$$

где  $V$  – скорость движения автомобиля на участке, где установлено ТС ОДД, км/ч.;

$t_p$  – время реакции водителя или среднее время реакции водителей, которые осуществляют движение в пачке автомобилей, с;

$K_{e_i}$  – коэффициент эффективности торможения при разных типах транспортных средств;

$\varphi$  – коэффициент сцепления при скорости движения  $V$  (определяется в зависимости от состояния покрытия автодороги и протекторов шин автомобиля);

$\pm i$  – направление и величина продольного уклона %;

$f$  – сопротивление качению при скорости движения  $V$ ;

$\delta_V$ ,  $\delta_\varphi$ ,  $\delta_{t_p}$  – средние квадратичные отклонения соответственно: скорости движения автомобилей в пачке, км/ч; коэффициента сцепления; времени реакции водителей транспортных средств.

Изученный способ расчета потерь от ДТП учитывает взаимодействие автомобилей разных марок в составе движения и позволяет минимизировать потери от ДТП путем изменений в использовании ТС ОДД.

Изучение возможности модернизации ТС ОДД требует систематизации исследований по определенным критериям. В связи с этим было принято

решение формально разделить проведения аналитической работы и экспериментов на четыре основных направления:

- изучение влияния отсутствия или наличия ТС ОДД на принятие решений водителем;
- изучение влияния недостаточной видимости ТС ОДД на принятие решений водителем;
- влияние отдельных ТС ОДД на движение транспортного потока;
- влияние некоторых ТС ОДД на тяжесть последствий в случае столкновения с ними транспортных средств.

Полное описание результатов исследования по изменению, модернизации или внедрения новых ТС ОДД невозможно вместить в формат данной работы, однако краткое изложение основных направлений исследования авторы считают возможным привести.

Из новшеств необходимо отметить предложения по внедрению нового дорожного знака I группы (предупреждающие, «Смена покрытия на автомобильной дороге»); относительно знаков также проводились сравнения различных типов инженерных пленок, изучалась перспектива использования альтернативных материалов для стоек дорожных знаков.

Получены патенты на устройство шумовых полос при помощи дорожной навесной фрезы [7], на резиновый повышенный пешеходный переход [8] (параллельно проведено исследование влияния средств принудительного снижения скорости на потери в дорожном движении [9]), на способ защиты дорожных знаков от налипания мокрого снега при помощи цетиолана [10].

Проведенный в лабораторных условиях ряд экспериментов показал несомненные преимущества пластиковых сигнальных столбиков перед железобетонными [11]; предложено по новому взглянуть на комплексное оборудование наземных пешеходных переходов современными ТС ОДД [12].

Барьерное ограждение: выявлена зависимость увеличения или уменьшения удерживающей способности ограждений от шага стоек [13], предложено и внедрен световозвращающий элемент ограждения, имеющий новую форму и при изготовлении которого был использован новый тип пленки (микропризматический) [14]; на экспериментальном участке автодороги впервые в регионе были установлены противоослепительные экраны на ограждение, проведен расчет высоты экрана [15].

Выводы. Изучение причин аварийности на автомобильных дорогах и выявление влияния на их возникновение ТС ОДД в дальнейшей работе позволит разработать и внедрить простой и в тоже время действенный способ оценки конкретного участка автодороги с точки зрения безопасности движения.

Такой метод явился бы несомненным шагом вперед на пути упрощения и уточнения существующих методик. Естественно, в комплексе этой рабо-

ты выгядит перспектывным постройне имитационной модели взаамодействія водітеля і аўтадарогі, як подсістемы абычай сістемы «водітель – аўтамабіль – дарога – аўражаўная срэда», пупем учета крерыев, которымі раньне зачастую пренебрыгалі, – тэхнічэскімі срэдаствамі арганізацыі дарожнага двіжэння. Это даст возмозжнсть прывесці калібравку прадложаннага мэтада і перанесці яго дзействіе ў праграмную срэду. Такім абыраам, ісследаванне палучыт сущэствэнную платформу для прывлечэння дапаўняльных пераменных – інфарматыўнасці ТС ОДД, стэпены іх дэфарматыўнасці ў случае сталкновэння с аўтамабільем і т.д.

### Літэратура

1. Бабков В.Ф. Дарожныя ўслова і бэзопаснасьць двіжэння / В.Ф. Бабков. – М.: Транспарт, 1993. – 267 с.

2. Капскі, Д.В. Прогназыраванне аварыянасьці ў дарожнага двіжэнні: маанарграфія / Д.В. Капскі. – Мінск: БНТУ, 2008. – 243 с.

3. Шаша, І.К. Савэршэнстваванне сістэмы ацэнкі эфэктыўнасці мэрорпрыятій па павышэнні бэзопаснасьці двіжэння / І.К. Шаша // Проблемы півдвышэння рівня бэзпекы, комфорту та культуры дарожнага руху: Матеріалы ІІІ міжнародної наукаво-практычнаї канферэнцыі. – Харків: ХНАДУ, 2013. – С. 14–15.

4. Рунэ Эльвік. Справочнік па бэзопаснасьці дарожнага двіжэння / Рунэ Эльвік, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа; пер. с норв. под ред. проф. В.В. Сільянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.

5. Столяр, В.В. Прогназыраванне чысла дарожна-транспартных прорісшэствій ў завасымості ад дарожных ўсловаў і ўрванья удобства двіжэння / В.В. Столяр, А.Л. Писной // Павышэнне эфэктыўнасці эксплуатацыі транспарта: межвуз. науч. сб. – Сарат: СГТУ, 2002. – С. 170–173.

6. Столяр, В.В. Проектыраванне аўтамабільных дарог с ўчетом тэорыі рыска: в 2 ч. / В.В. Столяр. – Сарат: СГТУ, 1994.

7. Спосіб влаштування шумовых смуг на покрытці аўтамабільнай дарогі за дапамогаю дарожнай фрэзы: пат. на карысну модель 77250 Украіна, МПК (2013.01), E01F9/00. / В.О. Осипов; заявнік та патэнтывласнік Луганський будівельний коледж. – № у 2012 07852; заявл. 26.06.12; публікацыя 11.02.13. – Бюл. № 3.

8. Спосіб влаштування бэзпечнага перетыну інвалідамі зору проїзної частыні аўтадоріг: Пат. на карысну модель 86208 Украіна, МПК, E01F11/00 (2013.01). / В.О. Осипов; заявнік та патэнтывласнік Луганський будівельний коледж. – № у 2013 04046; заявл. 01.04.2013; публікацыя 25.12.2013. – Бюл. № 24.



9. Кравченко, А.П. Влияние элементов принудительного снижения скорости на автотранспортное средство / А.П. Кравченко, В.А. Осипов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Десятой междунауч. науч.-техн. конф.: в 4 т. / редкол.: Б.М. Хрусталева, Ф.А. Романюк, А.С. Калиниченко. – Минск: БНТУ, 2012. – Т. 3. – С. 174–175.

10. Спосіб захисту дорожніх знаків від налипання мокрого снігу за допомогою рідкого воску (цетиолану): пат. на корисну модель 77531 Україна, МПК, B05D5/08 (2006.01) B01J2/30 (2006.01). / В.О. Осипов; заявник та патентовласник Луганський будівельний коледж. – № u 2012 05004; заявл. 23.04.2012; публікація 25.02.2013. – Бюл. № 4.

11. Осипов, В.О. Встановлення гнучких сигнальних стовпчиків – як засіб економії державних коштів / В.О. Осипов // Бъдешего въпроси от света на наука – 2011: Матеріали за 7-а международна научна практична конференция, «Бъдешето въпроси от света на науката», 2011. Технологии / под ред. Милко Тодоров Петков. – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2011. – Т. 29. – С. 79–82.

12. Кравченко, О.П. Підвищення безпеки руху на пішохідних переходах / О.П. Кравченко, В.О. Осипов, К.Е. Корягина, Ю.В. Бабак // Проблеми горного дела и экологии горного производства: материалы VII междунауч. науч.- практ. конф. 18-19 мая 2012 г. / редкол.: В.Д. Рябичев (гл. ред.) и др. – Антрацит-Донецк: Світ книги, 2012. – С. 181–187.

13. Кравченко, О.П. Щодо збільшення експлуатаційних властивостей бар'єрного огороження / О.П. Кравченко, В.О. Осипов, І.М. Ісаєв // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики», м. Євпаторія, 14–16 травня 2013 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля [та інш.]. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013. – С. 46-47.

14. Осипов, В.О. Вдосконалення світлоповертальних елементів, які встановлюються на бар'єрній огорожі / В.О. Осипов, В.О. Коструб // Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Донецьк, 17-18 листопада 2011 року): Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Донецька академія автомобільного транспорту – Донецьк: Ландон – XXI, 2011. – С. 268–272.

15. Кравченко, О.П. Розрахунок висоти протизасліплювальних екранів / О.П. Кравченко, В.О. Осипов // LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету / редкол.: М.М. Дмитрієв (голова оргкомітету) та ін. – К.: НТУ, 2013. – С. 261.