УДК 656.1

© А. А. Белехов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ibddgasu@gmail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-6-169-174

© А. А. Belekhov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: ibddgasu@gmail.ru

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ВНОСИМЫХ В КОНСТРУКЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕНЕНИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

DEVELOPMENT OF MODEL FOR ASSESSING THE IMPACT OF CHANGES IN THE DESIGN OF VEHICLES ON THE ROAD SAFETY

Рассмотрены причины, обуславливающие необходимость внесения изменений в конструкцию транспортных средств. Указана необходимость выполнения оценки влияния вносимых в конструкцию транспортных средств изменений на безопасность дорожного движения. Представлена возможность разработки двухэтапной модели, позволяющей провести данную оценку. На основании действующей нормативно-технической документации разработаны модели проведения предварительной технической экспертизы и проверки безопасности конструкции транспортного средства с внесенными изменениями. Дано представление о минимуме необходимых для качественной оценки исходных данных.

Ключевые слова: внесение изменений, предварительная техническая экспертиза, проверка безопасности конструкции.

The article considers the causes for the need to make changes in the design of vehicles. The need for assessment of the impact of changes introduced into the design of vehicles on road safety is indicated. The possibility of developing a two-stage model allowing to make this assessment is presented. On the basis of the current regulatory and technical documentation, there have been developed models for conducting a preliminary technical expertise and verification of the vehicle design safety taking into account the changes introduced. The idea of the minimum initial data required for the qualitative assessment is given.

Keywords: introduction of changes, preliminary technical expertise, design safety verification.

В процессе эксплуатации автотранспортных средств и прицепов к ним (далее — ТС) у их владельцев нередко возникает необходимость в получении у них принципиально новых свойств или показателей. Это обусловлено существенно меньшими затратами на изменение конструкции в сравнении с приобретением нового ТС. Так, в качестве примера рассмотрим приобретение нового ТС с установленным специализированным кузовом (автоцистерна для перевозки пищевых продуктов) на шасси КамАЗ-65115 и монтаж подобного кузова на уже имеющееся шасси. Стоимость приобретения комплектного ТС в Санкт-

Петербурге по состоянию на октябрь 2018 года составляет от 3,5 до 3,9 млн руб.¹ В то же время затраты на установку на находящееся в собственности шасси транспортного средства подобного кузова могут оказаться в 4–5 раз меньше и составят 600–800 тыс. руб. в зависимости от стоимости используемых компонентов и работ по внесению изменений.

Ввиду этого, несмотря на необходимость регистрации подобных изменений в ГИБДД, соб-

¹ Сведения о стоимости цистерн на шасси автомобилей КамАЗ в Санкт-Петербурге. URL: <https://spb.tiu.ru/Avtotsisterny-dlya-vody-kamaz.html> (дата обращения: 13.10.2018).

ственниками нередко принимается решение по внесению изменений в конструкцию.

С учетом требований действующего на сегодняшний день ГОСТ 33995–2016 «Порядок оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию транспортного средства, выпущенного в обращение», возникает необходимость в определении возможности внесения изменений в конструкцию ТС и в проверке технического состояния ТС с внесенными в конструкцию изменениями. Для этого необходимо участие экспертных организаций, уполномоченных на проведение данного вида экспертиз.

В то же время стоит отметить, что имеющаяся нормативно-техническая документация не предоставляет в достаточном объеме информацию о порядке и методике проведения данных технических экспертиз.

Первостепенным в данном случае видится создание и верификация моделей оценки влияния вносимых изменений на безопасность дорожного движения (далее — БДД или безопасность) с целью повышения качества и уменьшения трудоемкости выполняемых работ. Для этого в первую очередь были разработаны алгоритмы проведения предварительной технической экспертизы и объединенной процедуры технического осмотра и проверки безопасности конструкции ТС [1]. На основе данных алгоритмов с учетом имеющихся зависимостей можно построить двухэтапную модель оценки влияния вносимых изменений на БДД.

На первом этапе — этапе выполнения предварительной технической экспертизы, необходимо учесть требования нормативно-технической документации, особенности конструкции ТС

Рис. 1. Графическое представление разработанной модели оценки влияния вносимых изменений на БДД на первом этапе: V_i — параметр воздействия внешней среды на систему; F_{s0} — состояние системы обеспечения безопасности дорожного движения по фактору «автомобиль» до внесения изменений в конструкцию; h_{tex} — параметр, характеризующий влияние технических характеристик ТС на систему; $g_{треб}$ — значение параметра конструктивной безопасности в соответствии с нормативной документацией; g_i — фактическое значение параметра конструктивной безопасности; j — параметр конструктивной безопасности, на который оказывается внешнее воздействие; n — количество параметров безопасности, которые затрагиваются при k -м внесении изменений; i — вид вносимого в конструкцию ТС изменения; i_c — вносимое в конструкцию ТС изменение, соответствующее серийно выпускаемому аналогу; T — испытание, необходимое для установления соответствия ТС требованиям безопасности; m — количество испытаний, необходимых для k -го вида внесения изменений [5, 6]

и вида вносимого в конструкцию изменения. В ходе проведенных исследований было выявлено, что наиболее оптимальным и эффективным способом осуществления предварительной технической экспертизы является ее проведение расчетно-аналитическим методом [2, 3]. При этом необходимо провести анализ уже выпущенных в обращение ТС с целью определения аналогов, и выполнить расчеты для определения параметров оборудования и компонентов, а также способов их крепления. Графическое представление модели проведения предварительной технической экспертизы представлено на рис. 1, на котором отражено влияние входных параметров системы, подмножества внутренних и внешних параметров, а также вносимых изменений² [4].

После осуществления процедуры внесения изменений ТС должно быть подвергнуто проверке безопасности конструкции [7, 8]. Наиболее оптимальным вариантом ее проведения может выступить проведение испытаний ТС на соответствие требованиям действующих

² JCGM 200:2012 International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM 3rd edition).

нормативно-технических документов. В ходе проведения испытаний контролируются конструкционные параметры, оказывающие влияние на БДД. Стоит отметить тесную взаимосвязь данных параметров с параметрами, контролируемыми при прохождении технического осмотра. Потому на втором этапе проведения оценки влияния вносимых в конструкцию ТС изменений на БДД целесообразно провести объединенную процедуру технического осмотра и проверки безопасности конструкции ТС с внесенными изменениями [9, 10]. Для данной процедуры характерной чертой является необходимость учета влияния изменяемых параметров конструктивной безопасности ТС, его технических характеристик и технического состояния.

Графическое представление модели оценки влияния внесенных изменений на безопасность представлено на рис. 2. На нем представлены совокупность параметров, объединенных по блокам, оказывающих влияние на БДД, а также представлен порядок ранжирования в зависимости от вида вносимого в конструкцию ТС из-

Рис. 2. Графическое представление разработанной модели оценки влияния внесенных изменений на БДД на втором этапе: блок i — блок по видам вносимых в конструкцию ТС изменений; k — количество основных типов вносимых в конструкцию ТС изменений; блок j — блок по параметрам безопасности, на которые осуществляется воздействие при k -м внесении изменений; блок T — блок по видам испытаний, необходимых для установления соответствия ТС с внесенными изменениями требованиям нормативно-технической документации; m — количество испытаний, необходимое для установления соответствия всех вносимых изменений требованиям; блок g — блок по видам величин контролируемых параметров

менения, количества и вида контролируемого параметра. Данная модель позволяет дать наиболее качественную оценку по необходимому для обеспечения БДД числу параметров.

Функционирование системы оценки безопасности при внесении изменений в конструкцию ТС в конечном итоге можно представить в виде следующей системы уравнений:

$$Y = \begin{cases} \begin{cases} \sum_{i=1}^k j_i, \text{ при } i = \overline{1, k} \\ \sum_{j=1}^n T_j, \text{ при } j = \overline{1, n} \\ \sum_{T=1}^m g_T, \text{ при } T = \overline{1, m} \end{cases} \\ g \in g_{\text{треб}}, \text{ при } g = \overline{1, l}, \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{при } g \in g_{\text{треб}}, \\ \text{при } g = \overline{1, l}. \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} i_1 & j_1 & T_1 & g_1 \\ i_2 & j_2 & T_2 & g_2 \\ i_3 & j_3 & T_3 & g_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ i_{k-1} & j_{n-1} & T_{m-1} & g_{l-1} \\ i_k & j_n & T_m & g_l \end{pmatrix}$$

Приведенная система уравнений при постановке недостающих данных, определяемых в зависимости от типа вносимого изменения, перечня параметров безопасности, подвергнутых изменению, видов и способов проведения испытаний, а также контролируемых параметров, позволяет оценить влияние на БДД [11]. Это дает возможность повысить качество и провести оптимизацию процесса.

На основании представленной модели разрабатываются следующие методики:

1. Методика проведения предварительной технической экспертизы (оценка возможности внесения изменений в конструкцию ТС).

2. Методика проведения проверки безопасности конструкции ТС с внесенными изменениями (оценка соответствия конструкции ТС требованиям нормативно-технической документации).

Таким образом, модель оценки влияния вносимых в конструкцию ТС изменений на БДД представляет собой универсальный инструмент, позволяющий дать количественную оценку возможности данного переоборудования. Помимо этого, он показывает, какое влияние оказывает на конструкционную безопасность ТС, какие

показатели конструктивной безопасности могут быть затронуты при внесении различных типов изменений, каким испытаниям должно быть подвергнуто ТС с внесенными изменениями, а также нормативные значения контролируемых параметров [12].

Данная модель позволяет в комплексе решить задачу совершенствования метода оценки безопасности дорожного движения при внесении изменений в конструкцию автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации. Это достигается определением на начальном этапе (при проведении предварительной технической экспертизы ТС) всех показателей конструктивной безопасности ТС, на которые, возможно, будет оказано внешнее воздействие. Как следствие, определяются контролируемые, при соответствующем изменении параметра конструктивной безопасности, параметры. Это необходимо для разработки эффективных рекомендаций для собственника ТС и производителя работ по внесению изменений в процессе составления заключения предварительной технической экспертизы. Также эти данные используются в дальнейшем при проведении проверки безопасности конструкции ТС с внесенными изменениями и учитываются в протоколе технической экспертизы.

Разработанная модель может служить основанием для автоматизации процесса оценки безопасности конструкции ТС. На основе перечня вносимых в конструкцию изменений, параметров конструктивной безопасности, на которые будет оказано влияние при переоборудовании, контролируемых параметров, которые необходимо постоянно дополнять, можно создать программный продукт, позволяющий производить оценку в автоматизированном режиме. Заложенные в нем принципы позволят с минимальными человеческими, временными и материальными затратами производить подобную оценку.

Итогом применения разработанной модели станет более качественная оценка влияния вносимых изменений на БДД, снижение количества ДТП по фактору «автомобиль», на который оказывают существенное влияние техническое состояние АТС, а также соответствие его действующим нормативно-техническим документам [13, 14].

Библиографический список

1. Белехов А. А. Разработка алгоритма проведения предварительной технической экспертизы // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 2 (67). С. 220–225.
2. Евтюков С. А., Белехов А. А. Совершенствование методов предварительной технической экспертизы как первый этап определения возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1 (60). С. 239–245.
3. Панягина А. Е. Обзор современных методов количественной оценки рисков // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2014. № 3. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/03/3966> (дата обращения: 12.12.2016).
4. Волченков С. Г., Богомолов Ю. В. Методы построения эффективных алгоритмов. Ярославль: ЯрГУ, 2005. 146 с.
5. Горев А. Э., Олещенко Е. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 256 с.
6. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Справочник по экспертизе ДТП / под ред. С. А. Евтюкова. СПб.: ИД «Петрополис», 2015. 512 с.
7. Белехов А. А. Научные аспекты расчетно-аналитической оценки допустимости внесения изменений в конструкцию автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: материалы 68-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 221 с.
8. Белехов А. А., Горшков В. Н. Разработка алгоритма проведения оценки возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 182–187.
9. Белехов А. А. Механизмы обоснования допустимости изменения конструкции ТС в процессе их эксплуатации по критериям БДД // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 226–231.
10. Кравченко П. А., Воробьев А. Г. Организационный и технологический ресурс проблемы обеспечения безопасности дорожного движения // Транспорт РФ. 2008. № 2. С. 44–50.
11. Белехов А. А. Качественная оценка возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 221–227.
12. Кравченко П. А. Многообразие конструкций транспортных средств и приемы сжатия информации

об их особенностях // Транспорт РФ. 2009. № 2 (21). С. 50–54.

13. Коноплянко В. И. Организация и безопасность движения. М.: Высш. шк., 2007. 383 с.

14. Малкин В. С. Техническая эксплуатация автомобилей: Теоретические и практические аспекты. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

References

1. Belekhov A. A. *Razrabotka algoritma provedeniya predvaritel'noy tekhnicheskoy ehkspertizy* [Elaboration of an algorithm for carrying out the preliminary technical expertise]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 2 (67), pp. 220–225.
2. Evtyukov S. A., Belekhov A. A. *Sovershenstvovanie metodov predvaritel'noy tekhnicheskoy ehkspertizy kak pervyy etap opredeleniya vozmozhnosti vneseniya izmeneniy v konstruktuyu transportnykh sredstv* [Improving methods of preliminary technical assessment as the first step of determining the possibility of changes]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 1 (60), pp. 239–245.
3. Panyagina A. E. *Obzor sovremennykh metodov kolichestvennoy otsenki riskov* [Review of modern methods of quantitative risk assessment]. *Ehkonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologiy – Economics and innovations management*, 2014, no. 3. Available at: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/03/3966> (addressed: 12.12.2016).
4. Volchenkov S. G., Bogomolov Yu. V. *Metody postroeniya ehffektivnykh algoritmov* [Methods of constructing efficient algorithms]. Yaroslavl, YarGU Publ., 2005, 146 p.
5. Gorev A. Eh., Oleshchenko E. M. *Organizatsiya avtomobil'nykh perevozok i bezopasnost' dvizheniya* [Organization of automobile transportations and traffic safety]. 3-rd ed., revised. Moscow, Akademiya Publ., 2009, 256 p.
6. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *Spravochnik po ehkspertize DTP* [Handbook of expertise of road accidents]. Ed. by Evtyukov S. A. St. Petersburg, Petropolis Publ., 2015, 512 p.
7. Belekhov A. A. *Nauchnye aspekty raschetno-analiticheskoy otsenki dopustimosti vneseniya izmeneniy v konstruktuyu avtotransportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii* [Scientific aspects of the analytical assessment of the permissibility of any change in the design of vehicles in operation]. *Trudy 68-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov, molodykh uchenykh i doktorantov «Aktual'nye problemy bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya»* [Proc. of the 68-th Int. sci. - pract. conf. of students, postgraduates, young scientists and doctoral students "Actual problems of road

traffic safety”]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2015, 221 p.

8. Belekhov A. A., Gorshkov V. N. *Razrabotka algoritma provedeniya otsenki vozmozhnosti vneseniya izmeneniy v konstruktsiyu transportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii* [Development of the algorithm of assessing possible changes in the design of operated vehicles]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 6 (59), pp. 182–187.

9. Belekhov A. A. *Mekhanizmy obosnovaniya dopustimosti izmeneniya konstruktsii TS v protsesse ikh ehkspluatatsii po kriteriyam BDD* [Mechanisms of substantiating the admissibility of introducing alterations to the vehicle design in the process of its operation in accordance with the road traffic safety regulations]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 3 (62), pp. 226–231.

10. Kravchenko P. A., Vorobev A. G. *Organizatsionnyy i tekhnologicheskiy resurs problemy obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Organizational and technological resource of the road safety problem].

Transport RF – Transport of the Russian Federation, 2008, no. 2, pp. 44–50.

11. Belekhov A. A. *Kachestvennaya otsenka vozmozhnosti vneseniya izmeneniy v konstruktsiyu transportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii* [Quality assessment of the possibility of making changes in the design of vehicles in operation]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 6 (65), pp. 221–227.

12. Kravchenko P. A. *Mnogoobrazie konstruktsiy transportnykh sredstv i priemy szhatiya informatsii ob ikh osobennostyakh* [Variety of vehicle designs and methods of data compression in regard of their features]. *Transport RF – Transport of the Russian Federation*, 2009, no. 2 (21), pp. 50–54.

13. Konoplyanko V. I. *Organizatsiya i bezopasnost' dvizheniya* [Organization and traffic safety]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 2007, 383 p.

14. Malkin B. C. *Tekhnicheskaya ehkspluatatsiya avtomobiley: Teoreticheskie i prakticheskie aspekty* [Technical maintenance of vehicles: Theoretical and practical aspects]. Moscow, Akademiya Publ., 2007, 288 p.