

DOI: 10.15593/24111678/2018.01.01

УДК 625.748.32

**К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин**

Рязанский государственный агротехнологический университет, Рязань, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДОРОЖНОГО ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩЕГО ОГРАЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Современная автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение, движение по которому требует от водителей, кроме постоянного совершенствования своих профессиональных навыков, строгого соблюдения установленного скоростного режима и правил дорожного режима. Рост автомобильного парка приводит к увеличению интенсивности движения по дорогам, что неизбежно влечет за собой повышение количества аварийных ситуаций. Проблема высокого травматизма на автомобильных дорогах России не может быть решена только на законодательном уровне путем ужесточения наказания за нарушение правил дорожного движения. При разработке мер по снижению дорожно-транспортного травматизма следует особое внимание уделять повышению уровня безопасности движения за счет внедрения новых технических мероприятий и средств. В статье приводится анализ конструкций отечественных и зарубежных дорожных ограждений с указанием их основных недостатков. С целью повышения безопасности дорожного движения предлагается разработка энергопоглощающего дорожного ограждения. Конструкция ограждения представляет собой сэндвич-конструкцию, которая позволяет в значительной степени снизить тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий за счет смягчения удара автомобиля об ограждение. Внешний защитный слой выполнен из профилированного оцинкованного металлического листа толщиной 0,25 мм. Для изготовления конструктивного материала, который будет выступать в качестве несущей конструкции, используется ПВХ-пластик. Энергопоглощающий материал должен обладать свойствами низкой плотности и гигроскопичности, а также не иметь упругой составляющей деформаций, поэтому для его изготовления наиболее рационально использовать волокнистые материалы, например Термоизол. Предлагаемая конструкция энергопоглощающего ограждения позволит при незначительных материальных затратах обеспечить повышение уровня безопасности дорожного движения и снизить транспортный травматизм среди его участников.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, травматизм, дорожное ограждение, безопасность дорожного движения.

**K.P. Andreev, V.V. Terentyev, A.V. Shemyakin**

Ryazan State Agrotechnological University, Ryazan, Russian Federation

## **THE USE OF ENERGY-ABSORBING TRAFFIC GUARDRAIL TO IMPROVE TRAFFIC SAFETY**

The modern road is a complex engineering structure, which requires drivers in addition to the continuous improvement of their professional skills strict adherence to the established high-speed mode and traffic mode. The motorization leads to increase traffic on the roads, which inevitably entails increasing the number of emergency situations. The problem of high injury rate on roads of Russia can not be solved only at legislative level by increasing the penalty for violation of traffic rules. In the development of measures to reduce road traffic injuries special attention should be given to enhancing the level of safety through the introduction of new technical measures and means. In article the analysis of domestic and foreign road barriers, indicating their main drawbacks. With the aim of improving road safety it is proposed to develop energy-absorbing guardrails. The design of the fence is a sandwich construction, which allows to significantly reduce the severity of road accidents by mitigating vehicle impact the barrier. The outer protective layer is made of profiled galvanized sheet metal thickness of 0.25 mm. For the manufacture of structural material, which will act as a bearing design uses PVC plastic. Energy-absorbing material should have the properties of low density and hygroscopicity, as well as to have an elastic component of deformation, so its making the most efficient use of fibrous materials, for example Insulation. The proposed design energy-absorbing fencing will allow for minor material costs to improve road safety and reduce traffic injuries among its participants.

**Keywords:** traffic accident, injuries, road fence, road safety.

Постоянный рост автомобильного парка в нашей стране и, как следствие, повышение интенсивности движения транспорта по дорогам негативно отражается на безопасности дорожного движения, так как пропускная способность основных автомагистралей в большинстве экономи-

чески развитых регионов достигла своего предельного уровня. Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из важных социально-экономических и демографических задач Российской Федерации [1, 2]. Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам [3]. Проводимые дорожно-эксплуатационными службами мероприятия по снижению аварийности зачастую сводятся к превентивным мерам, направленным на улучшение эксплуатационных характеристик дорожного покрытия. Однако, согласно статистическим данным, около 25 % от общего числа дорожно-транспортных происшествий приходится на непреднамеренные (неуправляемые) съезды автомобилей с проезжей части дороги [4–7]. Данный вид происшествия нередко приводит к гибели или травмированию участников дорожного движения, а материальный ущерб характеризуется значительными повреждениями автомобилей и перевозимых грузов. Причинами дорожно-транспортных происшествий, как правило, являются ошибки водителей в прогнозировании дорожной обстановки и «поведения» транспортного средства в сложившейся ситуации [8, 9]. Следовательно, необходима разработка комплекса мероприятий, позволяющих удерживать автомобиль на проезжей части при потере управления при максимальном снижении вероятности негативных последствий для водителя и пассажиров.

Для обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах в технических и конструкторских целях устанавливаются дорожные ограждения [10–12]. В настоящее время для уменьшения тяжести последствий происшествий, вызванных съездами транспортных средств с дороги, применяются различные конструкции дорожных ограждений. Назначение конструкций дорожных ограждений заключается в удержании транспортного средства в пределах проезжей части. При этом автомобиль, вступивший в контакт с удерживающим дорожным ограждением, получает значительные повреждения, гашение скорости происходит в основном за счет деформации кузова, что крайне опасно для пассажиров, которые, в свою очередь, вследствие этого испытывают мощнейшие перегрузки. Деформация кузова может привести к затрудненной, а порой и невозможной без применения специальной техники эвакуации пострадавших из кузова автомобиля. Учитывая высокую вероятность получения тяжелых травм людьми и серьезных механических повреждений транспортного средства при наезде на препятствие (ограждение), необходимо, чтобы в случае выхода автомобиля за пределы дороги, он, врезавшись в дорожное ограждение, не возвращался на полосу движения, а повреждения у него при этом были минимальны [10, 13].

Барьерные сооружения на дорогах не только должны быть безопасными для участников дорожного движения, но и должны обеспечивать их безопасность, а также сохранять элементы после наезда на ограждение. Барьерные ограждения считаются безопасными, если [14]:

– в салон автомобиля не попали их детали;

– автомобиль, столкнувшись с ограждением, не опрокинулся, не повредил его и не развернулся после столкновения;

– при столкновении возникшая перегрузка на человека и деформация кабины автомобиля не приводят к серьезным травмам.

В настоящее время производители дорожных удерживающих ограждений успешно довели свои изделия до соответствия требованиям европейских стандартов. В то же время информации о

разработках высокоэнергопоглощающих элементов на сайтах и в публикациях данных компаний не имеется. Проведенный анализ доступной информации позволил выявить несколько направлений разработки энергопоглощающих дорожных ограждений, которые рассмотрим более подробно.

Энергопоглощающие водоналивные ограждения используются для временного блокирования доступа к определенным участкам дороги. Виды ограждений данного типа, выпускаемые отечественной промышленностью, приведены на рис. 1.



Рис. 1. Дорожные водоналивные ограждения

Дорожные водоналивные блоки служат для разграничения транспортных потоков на дороге или выделения участков работ по ремонту или очистке дорожного покрытия. Температурный интервал использования блоков составляет от  $-45$  до  $+60$  °С. Дорожные водоналивные буферы используются для информирования водителей о местах проведения ремонтных работ или неровностях на дороге. Для обозначения аварийно опасных участков могут применяться несколько буферов подряд, что позволяет улучшить амортизацию при столкновениях. При температурах выше 0 °С дорожные буферы заполняются водой или песком – для этого в них есть специальное загрузочное отверстие. В зимний период их можно заполнять 30%-ным соевым раствором воды.

Вышеописанные системы имеют ряд существенных недостатков:

- возможность вытекания жидкости вследствие повреждения ограждения;
- малая сжимаемость воды или песка, в результате чего гашение энергии удара происходит только за счет перемещения системы буфера или его разрушения, после которого энергопоглощение уже не происходит;
- невозможность придания подобным структурам заранее заданной формы, которая будет описывать существующее препятствие.

С целью предотвращения непреднамеренных съездов автомобилей с проезжей части может применяться демпфирующее устройство, которое служит для плавного гашения удара машины о дорожные ограждения и другие дорожные препятствия при ДТП. Установка данных устройств позволяет снизить число аварий со смертельным исходом и уменьшает степень травмирования пострадавших, а повреждения автомобилей незначительны.

Устанавливаются такие системы в потенциально опасных местах автомобильных дорог. Например, перед развилками дорожного полотна, в местах разделения транспортных потоков, перед опорами мостов и тоннелей и т.п. Это объясняется тем, что в данных местах постоянно происходят перестроения и в случае столкновения транспортного средства с барьерным ограждением последствия зачастую носят тяжелый характер.

Дорожные демпфирующие системы обеспечивают смягчение последствий столкновений транспорта с дорожными конструкциями и сооружениями. Они используются для снижения тяжести аварий на дорогах многих стран мира. Мировой опыт показал, что установка демпфирующих отбойников снижает число аварий с тяжелыми последствиями и летальным исходом в пять раз. Принцип работы противоударной дорожной демпфирующей системы представлен на рис. 2.

При лобовом воздействии удар принимает на себя удароприемная секция, которая смещается по боковым направляющим в направлении удара. При этом срабатывает первое демпфирующее тросовое устройство квазиулевого жесткости и частично гасит энергию удара.

Удароприемная секция упирается во вторую секцию, которая работает аналогично предыдущей и т.д. Таким образом, энергия удара гасится каскадно до безопасных пределов. Количество секций выбирается в зависимости от мест установки демпфирующей системы.

Дорожная система предназначена также для демпфирования ударов сбоку. Эту функцию выполняет каркас изделия и нижние направляющие тросы, по которым скользит вся конструкция.

Данная система имеет целый ряд существенных недостатков, к которым можно отнести следующие:

- возможность заклинивания секций вследствие попадания посторонних предметов между ними;
- примерзание одной секции к другой в зимний период, что увеличит нагрузку, действующую на автомобиль при столкновении;

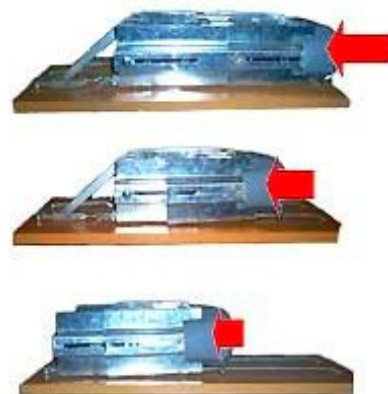


Рис. 2. Работа демпфирующей системы

– в конструкции используются металлические составляющие, т.е. сама конструкция имеет повышенную жесткость.

Для сравнительного анализа рассмотрим иностранные аналоги энергопоглощающих дорожных ограждений, использование которых возможно на территории РФ.

Американская дорожная демпфирующая система типа QUADGUARD оснащена поглощающими сменными картриджами, которые выполняют функцию демпфирующих устройств. При лобовом столкновении диафрагмы складываются по монорельсу как телескоп, сминая картриджи, заполненные специальным составом с демпфирующими свойствами. После ДТП система растягивается вдоль монорельса и в нее вставляются новые картриджи.

К недостаткам конструкции следует отнести следующие:

– энергопоглощающие однотипные картриджи делают систему жесткой к восприятию удара по пути его распространения, что отрицательно сказывается на безопасности водителя и пассажиров;

– необходимо иметь на складе значительный запас картриджей для замены поврежденных, что требует дополнительных средств на их закупку и хранение;

– система перемещается вдоль массивного монорельса и поэтому плохо противостоит боковым ударам;

– стоимость системы крайне высока из-за значительных транспортных, таможенных и иных накладных расходов;

– система мало адаптирована к климатическим условиям России.

Система SAFER (Steel and Foam Energy Reduction) Barrier представляет собой конструкцию удерживающего типа, которая используется на высокоскоростных и гоночных трассах. Она состоит из внешнего металлического обвода и внутренней энергопоглощающей зоны, которая, в свою очередь, закреплена к бетонной стене. Конструкция системы SAFER представлена на рис. 3.

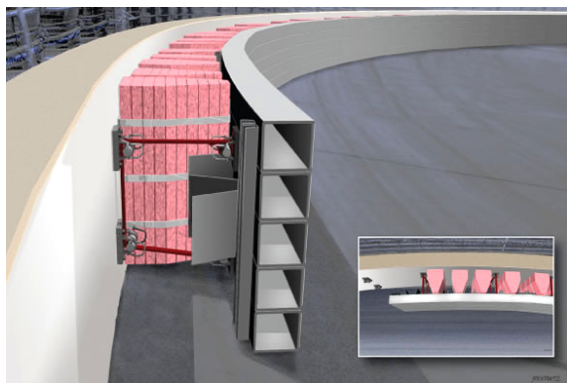


Рис. 3. Система SAFER

У данной конструкции имеются практически те же недостатки, что и у рассмотренных выше конструкций:

– сложность размещения на дороге, так как необходимо возведение опорной бетонной стены;

– в промежутки между демпфирующими элементами в зимний период будет попадать снег, вследствие чего данная система перестанет выполнять свои функции;

– ограждение имеет значительные габариты по высоте, вследствие чего значительно сократится видимость дороги.

Система Midwest Guardrail System (MGS) разработана Иллинойским университетом (США) и предназначена для установки в качестве удерживающих устройств на дорогах общего пользования, представляет собой обычную удерживающую систему, дополнительно оснащенную в качестве демпфирующих устройств деревянными вставками (рис. 4).



Рис. 4. Система Midwest Guardrail System (MGS)

Работа MGS была проверена как при помощи компьютерного моделирования, так и при помощи натуральных испытаний. В результате было



сделано заключение, что подобная конструкция как минимум в 2 раза сокращает нагрузки, действующие на автомобиль в случае столкновения его с ограждением на скорости 60 миль/ч.

Данная конструкция достаточно проста, но имеет ряд недостатков:

- MGS может быть установлена только на удерживающих системах;
- использование деревянных вставок не позволяет обеспечить большое энергопоглощение столкновения.

Как видим из вышеприведенного анализа существующих конструкций отечественного и зарубежного производства, наблюдается тенденция перехода к использованию в дорожных ограждениях различного вида пластиков в качестве основного энергопоглощающего материала. Кроме того, конструкция разрабатываемых дорожных ограждений должна быть достаточно проста и иметь возможность либо монтирования уже на существующие дорожные ограждения, либо полной их замены. При этом процесс установки должен быть крайне простым и очень быстрым. Также следует принимать во внимание, что данные системы разрушаемы, т.е. необходимо в конструкции учитывать ее минимальную стоимость.

Все вышеперечисленные обстоятельства свидетельствуют о необходимости разработки конструкции энергопоглощающего дорожного ограждения, позволяющего если не полностью исключить нежелательные последствия для участников ДТП, то хотя бы свести их до минимально возможного уровня. Рассмотрим основные требования, предъявляемые к материалам для изготовления ограждений:

- большая энергопоглощающая способность, т.е. материал должен обладать достаточной пористостью или малой плотностью, но в то же время при внешнем воздействии он должен легко уплотняться;

- возможность использования в суровых климатических условиях России, т.е. характеристики подобных материалов должны мало изменяться в зависимости от температуры окружающей среды, влажности и интенсивности солнечного света;

- ограждение должно собираться из отдельных демпфирующих элементов, объединенных гибкими связями между собой в секции, что обеспечивало бы при ударном контакте с автомобилем возможность ограниченного перемещения элементов ограждения относительно их первоначального положения [15];

- низкая стоимость данных материалов.

Согласно вышеприведенным требованиям к материалам можно сделать вывод о том, что один единственный материал, вероятно, не сможет удовлетворить всем требованиям, поэтому предлагаем использовать так называемую сэндвич-конструкцию, т.е. реально конструкция должна состоять из следующих материалов (рис. 5):

- конструктивного или «скелетного» материала, который будет выступать в качестве несущей конструкции и обеспечивать постепенное разрушение ограждения, от слоя к слою;
- энергопоглощающего материала, который будет гасить энергию удара за счет уплотнения или разрушения основного слоя;
- внешнего – оградительного материала, который должен обладать повышенной прочностью на истирание, антикоррозийными свойствами и являться защитным элементом.

Как видно из рис. 5, необходимо определить наиболее перспективные материалы, которые возможно использовать в конструкции подобного типа. Рассмотрим их в той последовательности, в которой они приведены на рис. 5. Внешний защитный слой должен обладать свойствами,

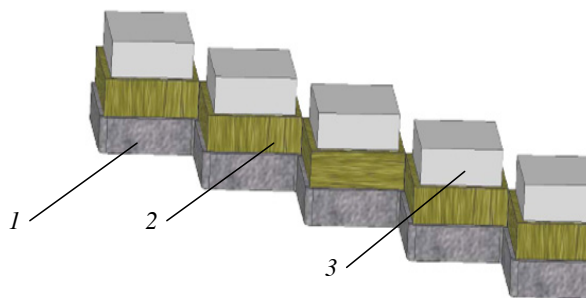


Рис. 5. Структура энергопоглощающего дорожного ограждения: 1 – внешний (металлический) слой; 2 – каркас (пластик); 3 – энергопоглощающий материал

описанными выше, поэтому предлагаем использовать для его изготовления специально отформованный листовой металл с оцинкованной поверхностью или специальным пластиковым напылением. При этом профиль листового металла, который представляет собой гофрированную поверхность, может быть получен при помощи обычной гибки на гибочном станке из обычного, например оцинкованного, металлического листа. Толщина подобного листа должна обеспечивать легкую гибку при формировании профиля, но в то же время обладать жесткостью и прочностью, достаточной для противостояния внешним воздействиям, не связанным с гашением энергии столкновения. При этом необходимо учитывать, что толщина листа металла не должна превышать толщину внешних кузовных элементов автомобиля, т.е. при столкновении автомобиля с ограждением в первую очередь должен деформироваться внешний слой ограждения, а потом уже кузовные панели автомобиля. Исходя из этих предпосылок и согласно базам данных фирмы Dassault System наиболее приемлемым вариантом является использование оцинкованного металла толщиной 0,25 мм.

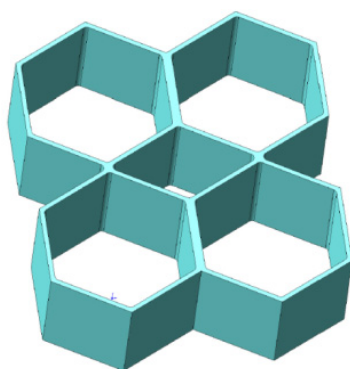


Рис. 6. Структура «скелетной» части

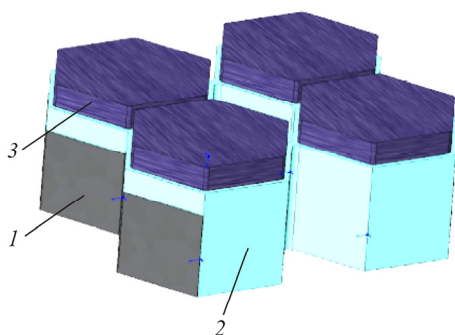


Рис. 7. Общий вид единичной ячейки:  
1 – профилированный стальной оцинкованный лист (толщина 0,25 мм);  
2 – «скелет» ограждения (ПВХ твердый);  
3 – энергопоглощающий материал (Термоизол 900)

Далее необходимо определиться с материалом, который возможно использовать для создания силовой конструкции, так называемого скелета энергопоглощающего дорожного ограждения. Для этих целей наиболее рационально использовать один из видов пластиков. Сосредоточим свое внимание на одном из самых дешевых вариантов – так называемых ПВХ-пластиках. Данный материал хорошо формуется, есть множество предприятий, которые занимаются его промышленной переработкой. Из данного материала изготавливаются и водоналивные ограждения, т.е. производственная база отлажена, дополнительно потребуется изготовление только пресс-форм. Общий вид единичной ячейки, изготовленной по принципу пчелиных сот, может иметь вид, представленный на рис. 6.

Энергопоглощающий материал должен обладать свойствами низкой плотности и гигроскопичности, а также не иметь упругой составляющей деформаций, поэтому для его изготовления наиболее рационально использовать волокнистые материалы, например один из видов Термоизола. Общий вид структуры предлагаемого дорожного ограждения будет иметь вид, представленный на рис. 7.

Внедрение предлагаемой конструкции энергопоглощающего ограждения на автомобильных дорогах позволит при незначительных материальных затратах обеспечить повышение уровня безопасности дорожного движения и уменьшение тяжести последствий от дорожно-транспортных происшествий.

### Список литературы

1. Терентьев В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2(18) – С. 90–94.
2. Терентьев В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения // Надежность и качество: тр. междунар. симп. – 2017. – Т. 1. – С. 133–135.
3. Оверин Ю.В. Влияние квалификации водителя на безопасность дорожного движения // Наука и современность. – 2013. – № 20. – С. 150–154.

4. Дорохин С.В. Профилактика безопасности дорожного движения как мера снижения чрезвычайных ситуаций на дорогах // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Т. 1. – С. 303–307.
5. Степченков А.В. Анализ основных факторов, влияющих на безопасность дорожного движения // Наука без границ. – 2016. – № 3. – С. 24–28.
6. Дорохин С.В., Терентьев В.В., Андреев К.П. Безопасность на дорогах: проблемы и решения // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2(57). – С. 67–73.
7. Дорохин С.В., Заяц Т.М., Заяц Ю.А. Системно-информационный подход к прогнозированию и предупреждению дорожно-транспортных происшествий // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2014. – С. 63–65.
8. Дорохин С.В. К вопросу повышения эффективности средств организации дорожного движения // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – С. 180–183.
9. Чепикова Т. П. Анализ аварийности и повышение безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 1(40). – С. 67–71.
10. Черткова Ю.А., Жигульский В.И. Использование дорожных ограждений в условиях крупного города // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Т. 2, № 1. – С. 236–238.
11. Zou Y., Tarko A.P., Chen E. Effectiveness of cable barriers, guardrails, and concrete barrier walls in reducing the risk of injury // Accident Analysis and Prevention. – 2014. – Vol. 72. – P. 55–65.
12. Бейнашев Ж.Б. Защитные устройства для экстренной остановки транспортных средств // Автомобили и дороги. – 1991. – № 6. – С. 54–62.
13. Guerrieri M., Corriere F. A novel technique for monitoring the W-beam guardrails // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 988. – P. 185–190.
14. Апыткаева Д.З., Тулупова А.В., Богоявленский Н.А. Основные характеристики ограждений безопасности, применяемых на автомобильных дорогах общего пользования и мостах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2017. – № 2. – С. 19–28. DOI: 10.15593/24111678/2017.02.02
15. Пивоварова К.А., Веселов А.В., Домнин В.Ю. Использование новых дорожных ограждений для безопасности движения на автодорогах // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2016. – № 3(119). – С. 190–194.

#### References

1. Terentev V.V. Bezopasnost' avtomobil'nyh perevozok: problemy i resheniya [The safety of road transport: problems and solutions]. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnyh sistem*, 2017, no. № 2 (18), pp. 90-94.
2. Terentev V.V. Bezopasnost' avtomobil'nyh perevozok: problemy i resheniya [The safety of road transport: problems and solutions]. *Nadezhnost' i kachestvo. Penza, Penza State University*, 2017, vol. 1, pp. 133-135.
3. Overin YU.V. Vliyaniye kvalifikatsii voditelya na bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Impact driver qualification in road safety]. *Nauka i sovremennost'*, 2013, no. 20, pp. 150-154.
4. Dorohin S.V. Profilaktika bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya kak mera snizheniya chrezvychajnyh situatsiy na dorogah [Prevention road safety as a measure of decreasing emergency situations on the roads]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychajnyh situatsiy*, 2015, vol. 1, pp. 303-307.
5. Stepchikov A.V. Analiz osnovnyh faktorov, vliyayushchih na bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Analysis of the main factors affecting road safety]. *Nauka bez granic*, 2016, no. 3, pp. 24-28.
6. Dorohin S.V., Terentev V.V., Andreev K.P. Bezopasnost' na dorogah: problemy i resheniya [Road safety: problems and solutions]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2017, no. 2 (57), pp. 67-73.
7. Dorohin S.V., Zayac T.M., Zayac Y.A. Sistemno-informatsionnyj podhod k prognozirovaniyu i preduprezhdeniyu dorozhno-transportnyh proisshestviy [System-information approach to the prediction and prevention of traffic accidents]. *Al'ternativnye istochniki ehnergii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy racional'nogo ispol'zovaniya*, Voronezh, 2014, pp. 63-65.

8. Dorohin S.V. K voprosu povysheniya ehffektivnosti sredstv organizatsii dorozhnogo dvizheniya [To the question of increase of efficiency of means of road traffic organization]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstvij chrezvychajnyh situatsij*, 2014, pp. 180-83.

9. Chepikova T. P. Analiz avarijnosti i povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Analysis of traffic accidents and increasing road safety]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2013, no. 1 (40), pp. 67-71

10. Chertkova Yu.A., Zhigul'skij V.I. Ispol'zovanie dorozhnyh ograzhdenij v usloviyah krupnogo goroda [Use road barriers in a large city]. *Al'ternativnye istochniki ehnergii v transportno-tekhnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy racional'nogo ispol'zovaniya*, 2015, vol. 2, no. 1, pp. 236-238.

11. Zou Y., Tarko A.P., Chen E. Effectiveness of cable barriers, guardrails, and concrete barrier walls in reducing the risk of injury. *Accident Analysis and Prevention*, 2014, vol. 72, pp. 55-65.

12. Bejnashev Z.B. Zashchitnye ustrojstva dlya ehkstretnoj ostanovki transportnyh sredstv [Protective devices for emergency stopping of vehicles]. *Avtomobili i dorogi*, 1991, no. 6, pp. 54-62.

13. Guerrieri M., Corriere F. A novel technique for monitoring the W-beam guardrails. *Advanced Materials Research*, 2014, vol. 988, pp. 185-190.

14. Aptykaeva D.Z., Tulupova A.V., Bogoyavlenskij N.A. Osnovnye harakteristiki ograzhdenij bezopasnosti, primenyaemyh na avtomobil'nyh dorogah obshchego pol'zovaniya i mostah [The main characteristics of the safety fence used on automobile roads and bridges]. *Transport. Transport Facilities. Ecology*, 2017, no. 2, pp. 19-28. DOI: 10.15593/24111678/2017.02.02

15. Pivovarova K.A., Veselov A.V., Domnin V.YU. Ispol'zovanie novyh dorozhnyh ograzhdenij dlya bezopasnosti dvizheniya na avtodorogah [The use of the new road barriers for traffic safety on the roads]. *Vestnik Donbasskoj nacional'noj akademii stroitel'stva i arhitektury*, 2016, vol. 3 (119), pp. 190-194.

Получено 02.02.2018

#### Об авторах

**Андреев Константин Петрович** (Рязань, Россия) – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева (390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1, e-mail: kosta066@yandex.ru).

**Терентьев Вячеслав Викторович** (Рязань, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева (390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1, e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru).

**Шемякин Александр Владимирович** (Рязань, Россия) – доктор технических наук, доцент, завкафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности», Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева» (390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1, e-mail: shem.alex62@yandex.ru).

#### About the authors

**Konstantin P. Andreev** (Ryazan, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Organization of Transport Processes and Safety, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (390044, 1, Kostycheva st., Ryazan, Russian Federation, e-mail: kosta066@yandex.ru)

**Vyacheslav V. Terentyev** (Ryazan, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Organization of Transport Processes and Safety, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (1, Kostycheva st., Ryazan, 390044, Russian Federation, e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru).

**Alexander V. Shemyakin** (Ryazan, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Organization of Transport Processes and Safety, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (1, Kostycheva st., Ryazan, 390044, Russian Federation, e-mail: shem.alex62@yandex.ru).