

УДК 629.3.067, 629.3.047

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

А.С. Лебедева, В.Ю. Максимов

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», кафедра Управления транспортными системами, Россия, г. Санкт-Петербург.

Аннотация. В статье рассматриваются сущность и классификация видов безопасности управления транспортным средством. Значительное внимание автор уделяет понятиям активной и пассивной безопасности. На основании результатов исследования предлагаемых на мировом рынке инновационных технологий, обеспечивающих активную безопасность управления транспортным средством, предложена их классификация. Изучены существующие подходы к оценке систем активной безопасности, и выявлены их недостатки. Предложена клиентоориентированная методика сравнительной оценки систем контроля состояния водителя на основе многокритериального подхода.

Ключевые слова: инновационные технологии, активная безопасность, оценка эффективности, транспортные средства.

Введение

Обеспечение безопасности является одной из базовых потребностей человека согласно теории А. Маслоу [1]. Поэтому данная задача относится к приоритетным направлениям инновационной деятельности человека. Научно-технический прогресс открывает новые возможности ее решения: разрабатываются системы предупреждения природных катастроф и катаклизмов, внедряются новые способы оповещения человека об опасностях. Но вместе с тем научная эволюция создает новые техногенные угрозы, одним из источников которых является автомобильный транспорт.

Появившийся в 19-м веке, автомобиль буквально через несколько лет стал объектом риска для здоровья человека. В мае 1896 года зафиксировано первое происшествие – наезд автомобиля на пешехода, а уже в августе 1896 года аналогичное происшествие закончилось летальным исходом [2]. Современные транспортные средства становятся все более технологичными. С каждым годом на 5-6% увеличивается количество автомобилей на дорогах [3], возрастает плотность транспортных потоков, их скорость и интенсивность. Это приводит к увеличению вероятности дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и возможной степени тяжести последствий аварий. Так по данным ГИБДД в 2015 году по сравнению с прошлым годом на 3,8% увеличилось количество ДТП в России [4].

Существующая необходимость разработки, совершенствования, внедрения инновационных технологий, обеспечивающих

безопасность управления транспортным средством, обуславливает постоянный рост предложения подобных инноваций на мировом рынке. Однако далеко не все предлагаемые инновационные технологии решают поставленные перед ними задачи. В связи с этим актуальным представляется анализ существующих систем обеспечения безопасности управления транспортным средством, методов оценки их эффективности с целью выявления наиболее перспективных с точки зрения коммерциализации.

Важный вклад в изучение проблем обеспечения активной безопасности управления транспортным средством внесли такие отечественные и зарубежные ученые, как А.И. Рябчинский, Б.В. Кисуленко, Ю.Ю. Покровский, К.С. Ремнев, R.K. Jurgen. Однако методические вопросы систематизация и оценки эффективности инновационных разработок в данной сфере остаются практически не изученными.

Сущность и классификация видов безопасности управления транспортным средством

Сущность безопасности управления транспортным средством заключается в возможности водителя уверенно и с комфортом управлять механической системой «автомобиль – дорога», что обеспечивается конструктивными особенностями автомобиля и дополнительными системами контроля управления транспортным средством. Классификация видов безопасности управления транспортным средством представлена на рисунке 1.

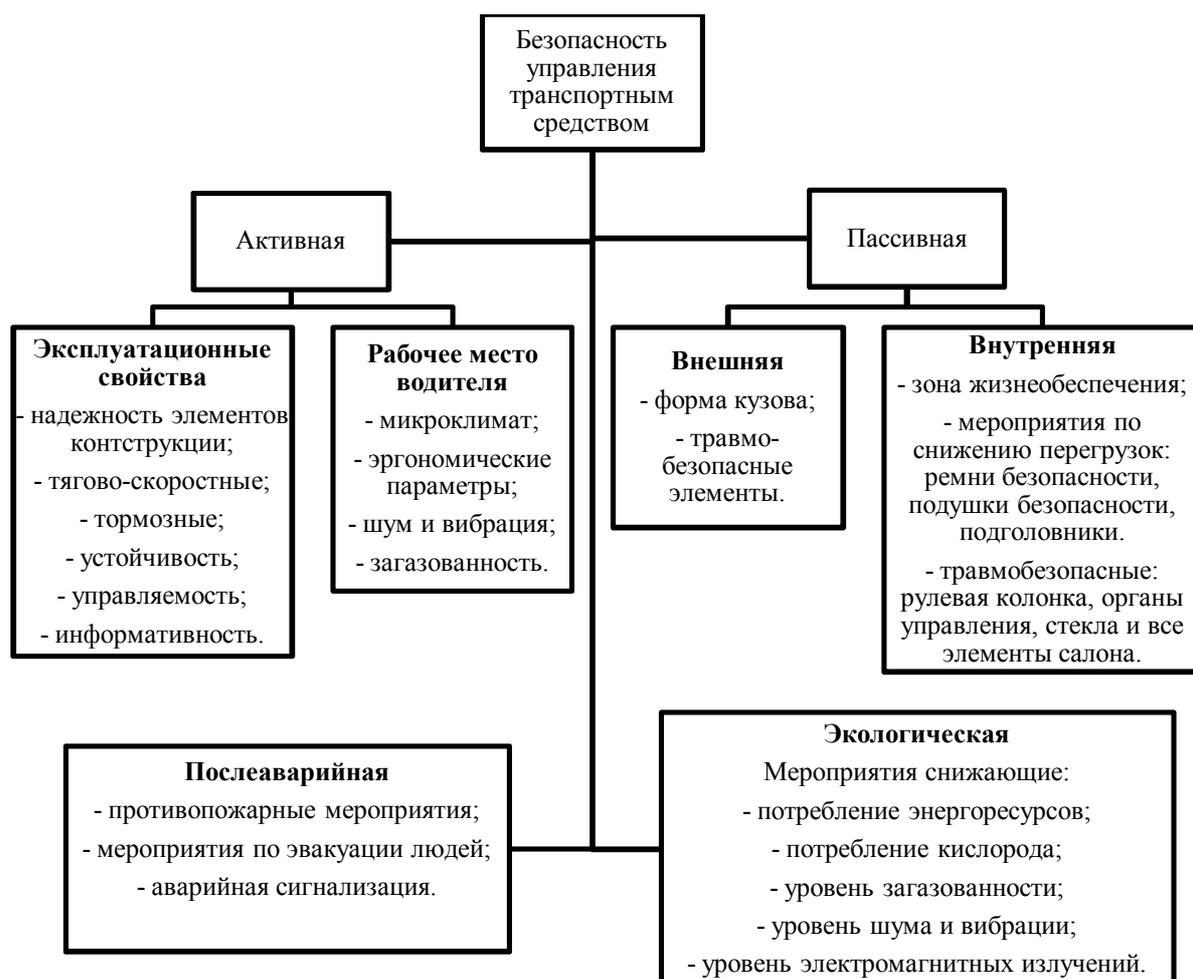


Рис. 1. Классификация видов безопасности управления транспортным средством

Активная безопасность - это свойство автомобиля снижать вероятность возникновения ДТП или полностью его предотвращать [5]. Данное свойство проявляется в тот период, когда водитель контролирует транспортное средство и имеет возможность изменить характер движения автомобиля во время опасной дорожной обстановки или ситуации. Кроме того, системы активной безопасности позволяют снизить вероятность опрокидывания автомобиля. Активная безопасность автомобиля зависит как от эксплуатационных свойств транспортного средства (свойств шин, колес (дисков), тормозной системы, рулевого управления, подвески), так и от параметров рабочего места водителя, электронных систем информирования водителя о дорожной ситуации. К системам активной безопасности автомобиля относят антиблокировочную систему (ABS), усилитель экстренного торможения (BA), системы курсовой стабилизации (ESP, ASC, CST),

системы предупреждения водителя и торможения автомобиля в условиях городского трафика (City Safety) и др. [6].

Пассивная безопасность — это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на снижение тяжести ДТП [5]. Инновации в направлении обеспечения пассивной безопасности связаны с конструкционными особенностями кузова автомобиля, использованием новейших, более прочных материалов, надежных и удобных удерживающих пассажиров систем.

Таким образом, системы активной безопасности нивелируют вероятность возникновения ДТП, а системы пассивной безопасности уменьшают тяжесть данного происшествия.

Применение инновационных технологий обеспечения активной и пассивной безопасности транспортного средства в значительной степени позволяет сократить вероятность аварии и гибели людей в ДТП.

Так согласно плану Еврокомиссии вероятность гибели людей в ДТП должна быть близка к нулю к 2020 году, а к 2030 году планируется снизить вероятность ДТП практически до нуля [7].

Рассмотрим более подробно инновационные технологии обеспечения активной безопасности управления транспортным средством.

Исследование инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством

Условно, все инновационные решения в рамках активной безопасности можно разделить на несколько групп: системы предупреждения столкновений, системы контроля состояния водителя, системы помощи водителю в сложной дорожной обстановке (рис.2).

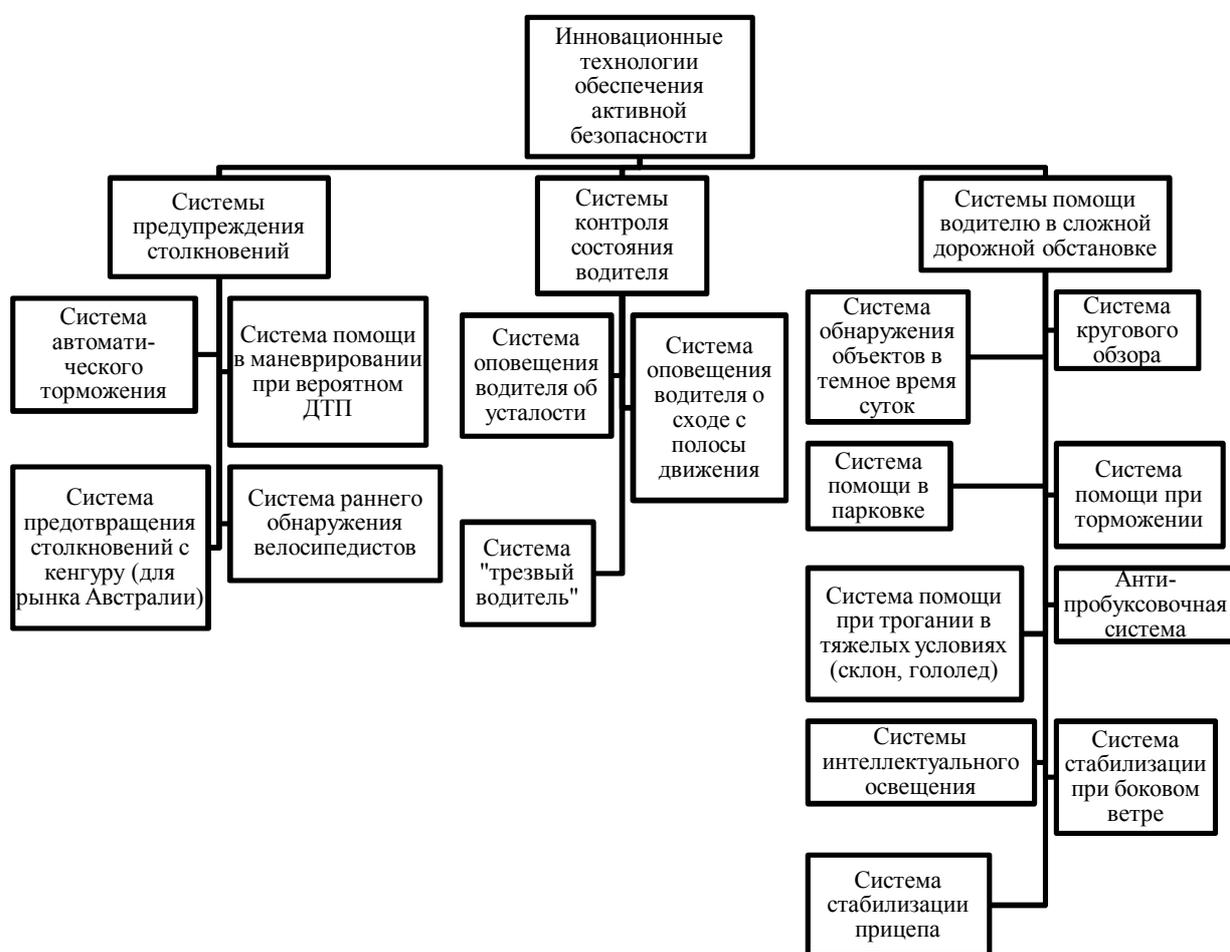


Рис. 2. Классификация систем активной безопасности управления транспортным средством

Первая группа включает в себя системы, которые помогают избежать ДТП, в некоторых случаях даже без участия водителя. Яркими представителями группы являются инновационные решения компаний Mercedes-Benz (система BAS Plus) и Volvo (City Safety). Данные системы призваны остановить водителя при сближении с препятствием, автомобилем и пешеходом.

Сперва водитель будет предупрежден о вероятности ДТП, а в случае, если водитель не предпримет никаких действий, скорость автомобиля будет снижена и он будет остановлен принудительно.

Другая группа – это инновационные технологии, позволяющие следить за состоянием водителя во время движения. Она включает в себя системы, которые

анализируют характер движения автомобиля и оценивают степень изменения параметров управления автомобилем, стиль вождения, на основе результатов анализа определяют психофизиологическое состояние водителя. К примеру, технология Attention Assist от компании Mercedes-Benz проводит анализ ряда показателей на скорости от 60 до 200 км/ч, и при отклонении от зафиксированного ранее поведения водителя выдает предупреждение и звуковое оповещение о необходимости отдыха.

Третья группа включает в себя системы помощи водителю в сложной дорожной обстановке, которые призваны компенсировать у водителя недостаток опыта или сил и помочь справиться с автомобилем в различных обстоятельствах. Наиболее известными примерам таких технологий являются антиблокировочная система ABS, система курсовой устойчивости ESP и другие. Во многих странах производство автомобилей без систем данной группы запрещено законодательно.

Каждая из рассмотренных групп инновационных технологий обеспечения активной безопасности детализируется на подгруппы (рис.2). В свою очередь, каждая подгруппа представлена конкретными инновационными разработками автопроизводителей, целью которых является повышение конкурентоспособности своих моделей.

Оценка эффективности систем активной безопасности управления транспортным средством

Оценка эффективности систем активной безопасности проводится автопроизводителями еще на этапе проектирования автомобиля: исследуются его параметры и закладываются необходимые эксплуатационные свойства с использованием электронно-вычислительных систем и комплексов моделирования поведения автомобиля, например SDK Simulation.

Кроме того, эффективность систем оценивается и независимыми экспертами. В 2009-м году европейский комитет по проведению независимых краш-тестов автомобилей EuroNCAP (The European New Car Assessment Programme) разработал новую систему оценки безопасности автомобиля, впервые включив в нее следующие виды оценки систем активной безопасности: оценка системы автономного экстренного торможения в городских

условиях (AEB City); оценка электронной системы курсовой устойчивости (ESC); оценка системы обеспечения рекомендованного скоростного режима; оценка системы автономного экстренного торможения в междугородних поездках (AEB Interurban); оценка системы удержания автомобиля на полосе движения [8].

Проведение данных тестов необходимо для определения эффективности тех или иных инновационных технологий, для «чистоты» показателя безопасности определенной модели автомобиля, а так же для мотивации автоконцернов к внедрению и разработке инноваций в этой области.

Однако независимые рейтинги также имеют ряд недостатков. В отличие от тестов пассивной безопасности, системы активной безопасности не получают итоговой сравнительной оценки. То есть конечному потребителю, не углубляясь в подробные результаты тестов, невозможно понять система какого автопроизводителя работает эффективнее. Разработка наглядной методики оценки исследуемых систем поможет производителям выработать верное направление инновационных разработок, а покупателям обеспечит возможность сравнения их эффективности при выборе.

Рассмотрим возможный вариант подхода к оценке инновационных технологий одной группы на примере систем контроля состояния водителя от Ford, Jaguar Land Rover и General Motors. Данные технологии еще не доступны на серийных автомобилях, но уже активно тестируются на полигонах автоконцернов.

Компания Ford разрабатывает и готовит к внедрению систему Driver Workload, которая с помощью встраиваемых датчиков измеряет температуру окружающего воздуха, температуру тела водителя, сердечный ритм и частоту дыхания. На основе полученных данных интеллектуальное устройство делает вывод о степени усталости водителя и уведомляет его о необходимости отдыха. Так же система может увеличить чувствительность других систем активной безопасности и ограничить работу второстепенного оборудования, например, мультимедийной системы автомобиля.

Схожую по своим параметрам и принципу работы систему Driver Wellness Monitoring тестирует компания Jaguar Land. Датчики, встроенные в сидение водителя, отслеживают и анализируют вибрации от дыхания и сердцебиения. По задумке

компания данная система при обнаружении опасности сможет отрегулировать громкость стереосистемы, подсветку в салоне, температуру воздуха в автомобиле для того, чтобы взбодрить водителя или наоборот расслабить его, когда система понимает, что водитель чрезмерно возбужден. А в случае возникновения опасности для жизни и здоровья она сможет остановить автомобиль и вызвать помощь.

Другим путем пошла компания General Motors. Их технология, разрабатываемая совместно с компанией Seeing Machines, называется Driver Attention Assist. Она ориентируется с помощью камеры установленной над лобовым стеклом автомобиля. Камера во время движения постоянно отслеживает мимику, частоту моргания, время закрывания век, степень раскрытия рта, положение головы и частоту появления зевоты. В случае потери концентрации водителя или при засыпании система подаст сигнал водителю о том, что нужно остановиться. Главным ее недостатком на первоначальном этапе тестирования является невозможность вмешаться в управление транспортным средством.

Определим основные критерии сравнительной оценки рассматриваемых технологий:

- 1) взаимодействие с другими системами безопасности;
- 2) количество датчиков задействованных в системе;
- 3) наличие зуммера;
- 4) возможность остановить автомобиль;
- 5) взаимодействие с другими системами безопасности.

Первые два критерия измеряются в количественном выражении, последние три критерия - опциональные. Сравнительный анализ по критериям разных единиц измерения может быть проведен с использованием интегральной или балльной методики оценки. Так как балльная методика предполагает экспертную оценку, которая носит субъективный характер, то целесообразным является использование интегральной методики.

Исходные данные представляются в виде матрицы a_{ij} (табл. 1), с указанием удельного веса критерия, отражающего его значимость для потребителей.

Таблица 1 – Исходные данные для сравнительного анализа систем контроля состояния водителя

Критерий оценки	Вес критерия	Driver Workload (Ford)	Driver Wellness Monitoring (Jaguar Land Rover)	Driver Attention Assist (GM)
Количество оцениваемых параметров	0,1	4	2	6
Количество датчиков задействованных в системе	0,1	3	2	1
Наличие зуммера (1 – да, 0 – нет)	0,1	1	1	1
Возможность остановить автомобиль (1 – да, 0 – нет)	0,4	0	1	0
Взаимодействие с другими системами безопасности (1 – да, 0 – нет)	0,3	1	1	0

По каждому критерию выделяется наилучшее значение ($\max a_{ij}$) и заносится в столбец условной эталонной системы контроля состояния водителя. При этом наилучшее значение может быть как наибольшим, так и наименьшим по строке. Далее исходные показатели матрицы стандартизируются в отношении соответствующего эталонного проекта по одной из формул в зависимости от того, максимальное или минимальное значение критерия является наилучшим:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}}; \quad (1)$$

$$\text{или } x_{ij} = 1 - \frac{\max a_{ij}}{a_{ij}}, \quad (2)$$

где a_{ij} – исходные значения критериев для систем контроля состояния водителя; x_{ij} – приведенные относительные показатели критериев для систем контроля состояния водителя.

Приведенный относительный показатель отражает величину отклонения фактического значения критерия от эталонного.

Интегральную оценку эффективности систем контроля состояния водителя (R_j) предлагается рассчитывать, как среднеквадратическое отклонение суммы конечного числа взаимно независимых случайных величин [9], определяемое, в нашем случае, по формуле:

$$R_j = \sqrt{K_1(1 - x_{1j})^2 + \dots + K_i(1 - x_{ij})^2}, \quad (3)$$

где $K_1, K_2 \dots K_i$ – вес i -того критерия; $0 \leq K \leq 1$; x_{ij} – соотношение значения показателя эффективности с эталонным значением.

Таблица 2 – Исходные данные для сравнительного анализа систем контроля состояния водителя

Критерий оценки	Вес критерия	Driver Workload (Ford)	Driver Wellness Monitoring (Jaguar Land Rover)	Driver Attention Assist (GM)
Количество оцениваемых параметров	0,1	0,67	0,33	1
Количество датчиков задействованных в системе	0,1	0,5	0,33	0,17
Наличие зуммера (1 – да, 0 – нет)	0,1	1	1	1
Возможность остановить автомобиль (1 – да, 0 – нет)	0,4	0	1	0
Взаимодействие с другими системами безопасности (1 – да, 0 – нет)	0,3	1	1	0
R_j		0,7	0,3	0,9

На основании результатов оценки наглядно видно, какая система является лидером. В данном случае, это технология от компании Jaguar Land Rover, но выигрывает она с небольшим отрывом. Главным её преимуществом является возможность остановить автомобиль в случае экстренной ситуации.

Заключение

Предложенная методика оценки групп инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством позволяет проанализировать совокупность как соизмеримых, так и несоизмеримых друг с другом характеристик систем. Методика отображает итоговый интегральный показатель оценки, который в наглядной и понятной форме позволяет сравнить существующие на мировом рынке инновационные системы.

На сегодняшний день каждая компания пытается создать уникальную систему и идет своим путем. В ближайшее время каждый крупный автопроизводитель будет иметь в арсенале подобную систему и оснащать ей свои флагманские модели. В связи с этим потребность в создании адекватной системы оценки эффективности инновационных технологий обеспечения активной безопасности управления транспортным средством возрастет в несколько раз, что потребует проведения более глубокого теоретического и эмпирического исследования в данном направлении.

Результаты сравнительной оценки систем одной группы, представленные в таблице 2, позволяют выявить наиболее эффективную из них.

Библиографический список

1. Маслоу А. Мотивация и личность = Motivation and Personality / пер. А.М. Татлыбаевой; терминолог. правка В. Данченка. – К.: PSYLIB, 2004. – 63 с.
2. Официальный сайт журнала «За рулем» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zr.ru/> (дата обращения 05.02.2015)
3. Официальный сайт аналитического агентства «Автостат» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autostat.ru/> (дата обращения 05.02.2015)
4. Официальный сайт Госавтоинспекции «ГУОБДД МВД России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.ru/> (дата обращения 06.02.2015)
5. Ломакин, В.В. Безопасность автотранспортных средств: Учебник для вузов / В.В. Ломакин, Ю.Ю. Покровский, И.С. Степанов, О.Г. Гоманчук. Под общ. ред. В.В. Ломакина. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 299 с.
6. Лебедева, А.С. Приоритеты инновационной деятельности на автомобильном транспорте / А.С. Лебедева, Л.И. Роговичене // Инновационное развитие: ключевые проблемы и решения. Международная заочная научно-практическая конференция, г. Казань, 8 декабря 2015г./ Отв. за вып. А.А. Сукиасян. – Уфа, 2015. – С.80-84.
7. Яхьяев Н.Я. Безопасность транспортных средств: учебник для высш. учеб. заведений/ Н. Я. Яхьяев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 432 с.
8. R. Schram, A. Williams, M. van Ratingen, "Implementation of Autonomous Emergency Braking (AEB), the next step in Euro NCAP'S safety assessment," in ESV, Seoul, 2013.
9. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов/ В.Е. Гмурман. – 10-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 479 с.

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES
OF THE ACTIVE SAFETY DRIVING**

A.S. Lebedeva, V.U. Maksimov

Abstract. The paper deals with the essence of the safety driving concept and classification of its types. Considerable attention is paid to the concepts of active and passive safety. Based on the results of the market research the classification of innovative technologies providing transport active safety is proposed. The analysis of the existing efficiency estimation approaches of active safety systems is carried out, their disadvantages are identified. The customer-oriented methodology for comparative efficiency estimation of monitoring driving systems is worked out.

Keywords: innovative technologies, active safety, efficiency estimation, vehicle.

References

1. Maslow A. *Motivacija i lichnost'* [Motivation and Personality]. K.: PSYLIB, 2004, p.63
2. The Official website of Magazine «Za rulem» Available at: <http://www.zr.ru/> (accessed 05.02.2015)
3. The Official website of analytical Agency «Avtostat» Available at: <http://www.autostat.ru/> (accessed 05.02.2015)
4. The official website of the state traffic Inspectorate «GWADD the Ministry of internal Affairs of Russia» Available at: <http://www.gibdd.ru/> (accessed 06.02.2015)
5. Lomakin V. V., Pokrovskij Ju. Ju., Stepanov I. S., Gomanchuk O. G. *Bezopasnost' avtotransportnyh sredstv* [The safety of vehicles]. Moscow: MG TU «MAMI», 2011, p.299.
6. Lebedeva A.S., Rogavichene L.I. *Priornity innovacionnoj dejatel'nosti na avtomobil'nom transporte* [Priorities of innovative activities for road transport]. *Mezhdunarodnaja zaochnaja nauchno-prakticheskaja konferencija*. Ufa, 2015, p.80-84.
7. Jah'jaev N.Ja. *Bezopasnost' transportnyh sredstv* [The safety of Transport]. Moscow: «Akademija», 2011.p. 432.

8. R. Schram, A. Williams, M. van Ratingen, "Implementation of Autonomous Emergency Braking (AEB), the next step in Euro NCAP'S safety assessment," in *ESV*, Seoul, 2013.

9. Gmurman V.E. *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika* [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow: Vyssh. shk., 2004. p. 479.

Лебедева Анна Сергеевна (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управления транспортными системами» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (191187, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 11., e-mail: hebo@rambler.ru).

Максимов Владимир Юрьевич (Санкт-Петербург, Россия) – магистрант кафедры «Управления транспортными системами» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (191187, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 11., e-mail: vmtiande@gmail.com).

Anna S. Lebedeva (Saint-Petersburg, Russian Federation) – candidate economics sciences, Associate Professor, Transportation Systems Management Chair, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (191187, Chaikovskogo st., 11, Saint-Petersburg, e-mail: hebo@rambler.ru).

Vladimir U. Maksimov (Saint-Petersburg, Russian Federation) – undergraduate, Transportation Systems Management Chair, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (191187, Chaikovskogo st., 11, Saint-Petersburg, e-mail: vmtiande@gmail.com).

УДК 625.4

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОРЕЛЬСОВОГО
ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ РФ**

Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье рассматривается один из вариантов решения транспортных проблем в крупнейших городах РФ на основе внедрения современных видов легкорельсового транспорта (ЛРТ). Выявлена и обоснована целесообразность использования инновационных видов скоростного транспорта, отличающегося высокой производительностью, безопасностью, доступностью и комфортом, в г. Омске. Приведены основные характеристики предлагаемых систем ЛРТ на базе частично построенного метрополитена. Предложены мероприятия для успешной реализации предлагаемой концепции с учетом современного законодательства.