

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кильчицкий Егор Вадимович, магистрант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 125319, Россия, Москва, Ленинградский пр., 64, тел.: 8-968-928-24-03, e-mail: damager121@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества и перспективы использования беспилотных автотранспортных средств. Проанализирован отчет Всемирной Организации Здравоохранения «о безопасности дорожного движения в мире 2015 год». На основании статистики Госавтоинспекции было выявлено, что нарушение правил дорожного движения является основной причиной дорожно-транспортных происшествий. Рассмотрен отчет Агентства Национального Управления Безопасности Движения на Трассах «Экономическое и социальное воздействие дорожно-транспортных происшествий» и определены денежные потери, вызванные дорожно-транспортными происшествиями. Выявлены 5 уровней автоматизации. Определены лидеры в разработке беспилотных автотранспортных средств на основании отчета Департамента Автотранспорта штата Калифорния. Рассмотрены разработки

в области беспилотных автотранспортных средств компании Waymo. Проанализирована система Temporary Auto Pilot компании Volkswagen. Рассмотрена система Safe Road Trains for the Environment, которая позволяет нескольким автотранспортным средствам двигаться по дороге организованной колонной. Рассмотрен беспилотный трактор компании Flanders Mechatronics Technology Centre.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, дорожно-транспортное происшествие, Агентство Национального Управления Безопасности Движения на Трассах, Waymo, Volkswagen, Safe Road Trains for the Environment, государственная организация по развитию энергетических и промышленных технологий, Flanders Mechatronics Technology Centre.

CONDITION AND PROSPECTS OF USE OF BEDROOM VEHICLES

Kilchitsky Egor Vadimovich, master of Arts, Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI), Russia, 125319, Moscow, Leningradsky Prospect, 64, Russia, Moscow, 8-968-928-24-03, [damager121@yandex.ru](mailto:danager121@yandex.ru)

Abstract: The article examines the advantages and prospects of using autonomous vehicles. The report of the World Health Organization «Global Status Report On Road Safety 2015» was analyzed. Based on the statistics of the traffic police found that a traffic violation is a major cause of road accidents. Considered the report of the National Highway Traffic Safety Administration «The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes» and determined the financial loss caused by road accidents. Revealed 5 levels of automation. Identified leaders in the development of autonomous vehicles basis on the report of the Department of Motor Vehicles of the State of California. Considered developments in the field of autonomous vehicles of the company Waymo. Analyzed the system of Temporary Auto Pilot of Volkswagen. A system of Safe Road Trains for the Environment, which allows multiple motor vehicles moving on the road organized column. The autonomous tractor of Flanders Mechatronics Technology Center is considered.

Keywords: autonomous vehicle, road traffic accident, National Traffic Safety Agency for Traffic, Waymo, Volkswagen, Safe Road Trains for the Environment, New Energy and Industrial Technology Development Organization, Flanders Mechatronics Technology Center.

Беспилотный автомобиль - автотранспортное средство оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия человека.

Основные преимущества беспилотных автотранспортных средств:

- Минимизация дорожно-транспортных происшествий;
- Снижение смертности в дорожно-транспортных происшествиях;
- Снижение затрат на технического обслуживании и ремонт за счет уменьшения дорожно-транспортных происшествий и использования более оптимального режима вождения;
- Повышение пропускной способности дорог за счет уменьшения дорожно-транспортных происшествий и использования более оптимального режима вождения;
- Снижение затрат на топливо за счет использования более оптимального режима вождения;
- Снижение стоимости транспортировки грузов и людей;
- Экономия временных ресурсов.

По данным доклада Всемирной Организация Здравоохранения «Global Status Report On Road Safety 2015» («о безопасности дорожного движения в мире 2015 год») за год на дорогах мира погибло примерно 1250000 человек. По статистике, представленной на рисунке 1., абсолютное число случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий расчет

с каждым годом, но относительное уменьшается. Это обусловлено ростом численности населения и ростом уровня моторизации в мире. [1]

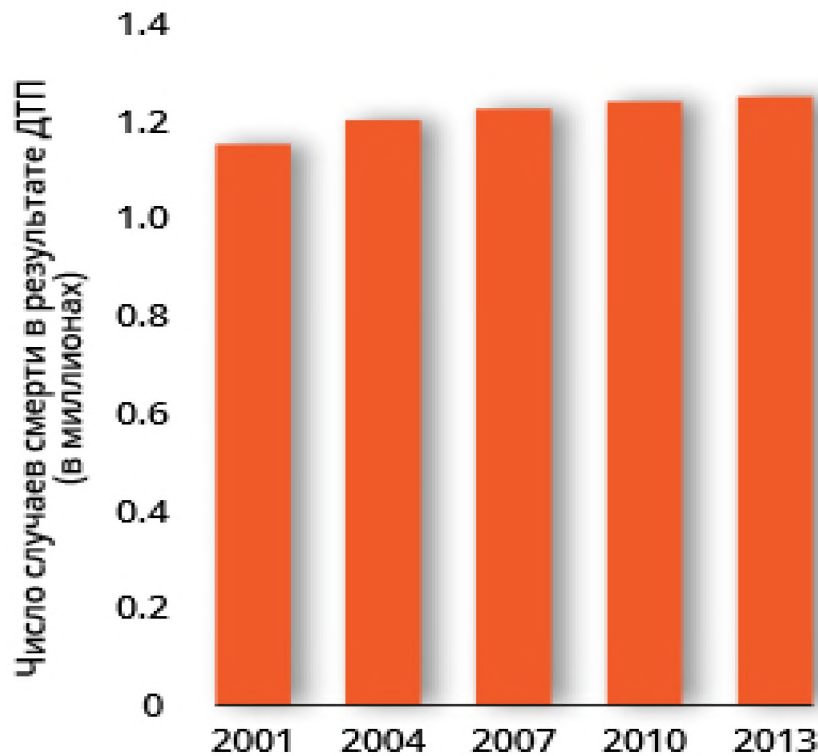


Рис. 1 - Число случаев смерти в результате дорожно-транспортных происшествий в мире

Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной смерти людей в возрасте от 15 до 29 лет, подробный график представлен в рисунке 2.

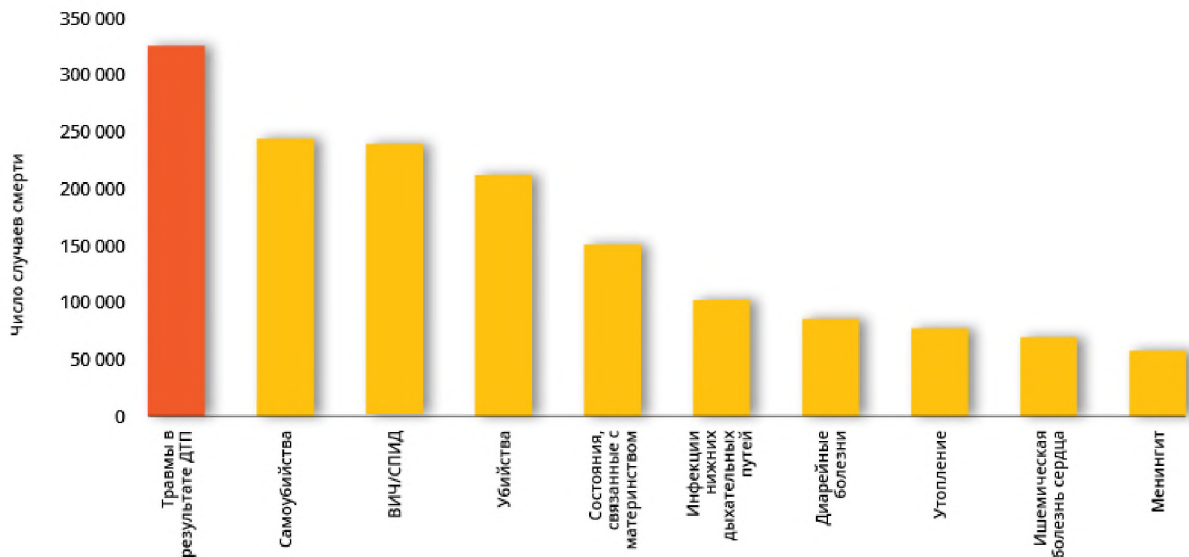


Рис. 2 - Основные причины смертности людей в возрасте от 15-29 лет в мире

По данным Госавтоинспекции, представленных в таблице 1, в России за период с 2004 по 2017 года около 84,5% всех дорожно-транспортных происшествий произошло из-за нарушения правил дорожного движения. [2] По статистике количество дорожно-транспортных

происшествий вызванных нарушением правил дорожного движения уменьшается с каждым годом. Это обусловлено ужесточением законодательной базы, связанной с нарушением правилами дорожного движения, и развитием технологий предупреждения дорожно-транспортных происшествий. Однако это не сможет полностью исключить «человеческий фактор» из процесса вождения.

Таблица 1

Статистика дорожно-транспортных происшествий в России

1	2	3
Год	Общее количество дорожно-транспортных происшествий, ед.	Количество дорожно-транспортных происшествий вызванных нарушением правил дорожного движения, ед.
2004	208558	164342
2005	223342	180578
2006	229140	187531
1	2	3
2007	233809	195488
2008	218322	183349
2009	203618	173327
2010	199431	169437
2011	199868	170788
2012	203597	177504
2013	204068	179017
2014	199720	175862
2015	184000	157943
2016	173694	150860
2017	169432	143458

Согласно статистики Госавтоинспекции из-за большого притока иногородних транспортных средств количество дорожно-транспортных происшествий в Москве увеличивается. Это вызвано тем что водители не знают карты города и не приспособлены к сложным условиям городского движения с резким торможением, интенсивным ускорением, узким боковым расстоянием между автомобилями и регулировкой светофора.[3]

Агентство Национального Управления Безопасности Движения на Трассах (National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA) в 2010 году выпустило доклад «Экономическое и социальное воздействие дорожно-транспортных происшествий» (The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes).[4] Согласно этому докладу общие денежные потери в Соединенных Штатах Америки за год в результате дорожно-транспортный происшествий составили 242 миллиарда долларов США. В эту сумму входят: текущее и будущие затраты на лечение пострадавших, затраты государства на каждого умершего человека, потеря прибыли в связи с потерей производительности, затраты на восстановление поврежденного имущества, потери вызванные уменьшением пропускной способности дорог.

Минимизация дорожно-транспортных происшествий позволяет увеличить пропускную способность дорог, что в свою очередь уменьшает затраты и время транспортировки грузов и людей.

Физически и по законодательству всех стран человек не может работать больше 24 часов одновременно, что увеличивает время и стоимость доставки грузов и пассажиров. Внедрение беспилотных автотранспортных средств полностью решает данную проблему, что позволяет сократить расходы на транспортировку грузов и людей.

Правильно смоделированные алгоритмы систем беспилотных автотранспортных средств позволяет оптимизировать процесс вождения, что позволяет сократить затраты на техническое обслуживание и топливо.

NHTSA в своих исследованиях выделило 5 уровней автоматизации автотранспортных средств:

1. Неавтоматизированный (Non-Automation). В этой категории человек осуществляет полный контроль автотранспортным средством.

2. Автоматизированная помощь (Function-specific Automation). В этой категории человек осуществляет общий контроль автотранспортным средством. Автоматизированная система управления выполняет одну или несколько конкретных функций. Автоматизированные функции работают независимо друг от друга. Примером таких технологий является электронная система контроля устойчивости (Electronic Stability Control) или система экстренного торможения (**Pre-Safe Brake, Active City Stop, City Emergency Brake**).

3. Комбинированная автоматизации (Combined Function Automation). В этой категории управление автотранспортным средством может осуществляться автоматизированной системой вождения, но человек должен быть готов в любое время взять на себя управление автотранспортным средством. Автоматизированная система управления выполняет несколько функций одновременно. Примером является сочетания адаптивного круиз контроля (Adaptive Cruise Control, Radar Cruise Control, Distronic) с системой удержания полосы движения (Lane Assist, Lane Keeping Assist, Lane Departure Warning System).

4. Ограниченное автономное вождение (Limited Self-Driving Automation). Автоматизированная система управления выполняет полный контроль над всеми важными функциями безопасности, а водитель осуществляет только контроль за работой системы.

5. Полная автоматизация (Full Automation). Автоматическая система управление автотранспортным средством включает в себя все системы, необходимые для того, чтобы выполнять автоматически все задачи вождения в любых дорожных ситуациях.[5]

На сегодняшний день разработкой беспилотных автотранспортных средств заняты практически все автопроизводители такие как: Audi, Ford, Volkswagen, BMW, Cadillac, Mercedes Benz, General Motors. Так же разработкой технологий для беспилотных автотранспортных средств занимаются ведущие IT-компании такие как: Google, Amazon, Uber, Zoox, Drive.ai.

Согласно результатам отчета Департамента Автотранспорта (Department of Motor Vehicles) штата Калифорния за 2017 год, представленными в таблице 2, ведущими компаниями являются Waymo (дочерняя компания Google), Cruise (дочерняя компания General Motors), Nissan, Zoox, Drive.ai [6].

Таблица 2

Результаты отчета Департамента Автотранспорта штата Калифорния

1	2	3	4
Наименование компании	Кол-во вмешательств водителя в управлении беспилотным АТС, ед/1000 миль	Кол-во автомобилей, штук	Пробег, миль
Waymo	0,18	75	352545
Cruise	0,8	90	125000
Nissan	4,8	5	5007
Zoox	6,2	7	2244
Drive.ai	15,4	7	6015
Baidu	24	4	1971
Telenav	31,3	1	1824
Aptiv/Delphi	45,3	1	1811
1	2	3	4

Nvidia	215,8	2	505
Bosch	412	3	1454
Valeo	375	1	574
Mercedes	774,6	3	1087

Компания Waymo ведет свою деятельность с 2009 года.[7] Компания занимается разработкой технологий для осуществления беспилотного движения автотранспортных средств. Технологии тестируются на базе автомобилей Toyota, Lexus, Fiat.

Чтобы обеспечить беспилотное вождение, Waymo разработала датчики и системы, которые способны создать 3-D модель окружения на расстоянии до 300 метров. Датчики и системы беспилотного движения устанавливаются на кузов автомобиля (рисунок 3).

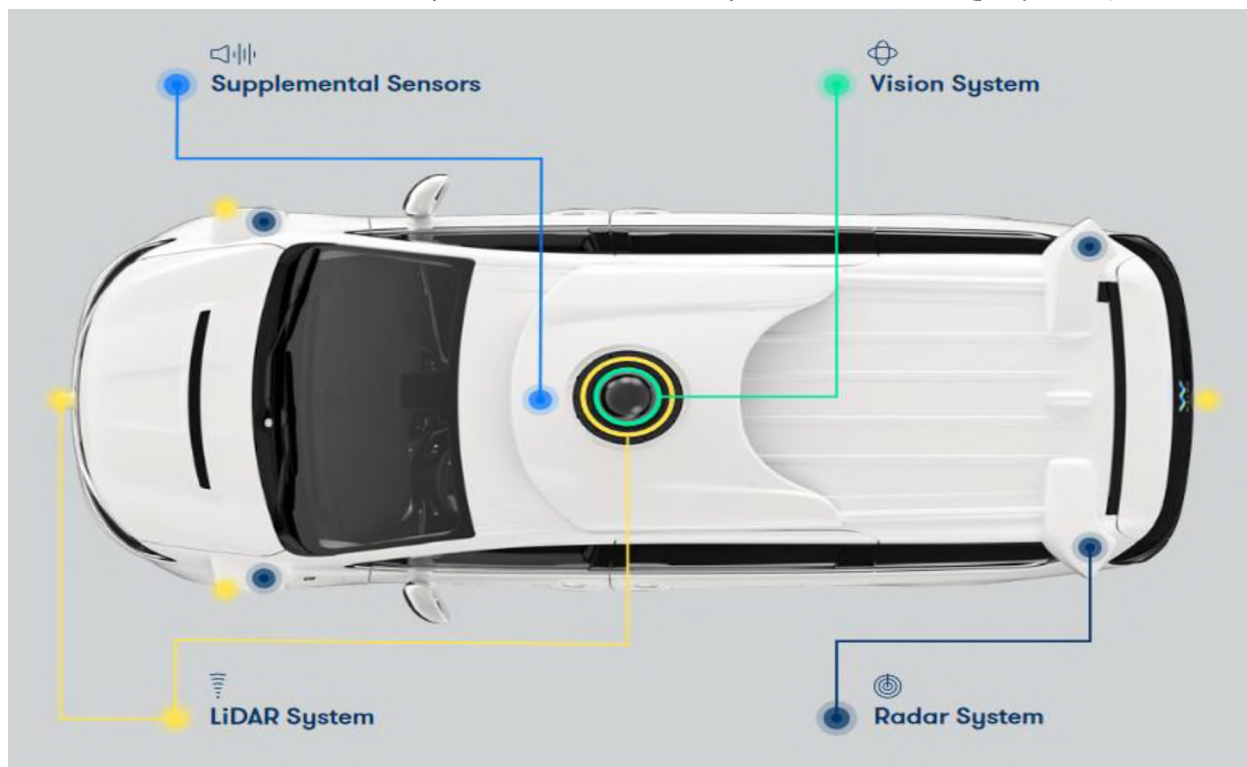


Рис. 3 - Схема установки датчиков на автомобиле

Лидар (LiDAR - Light identification Detection and Ranging) - технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптической систем, использующих явления поглощения и рассеивания света в оптически прозрачных средах. Технология излучает миллион лазерных импульсов в секунду вокруг автотранспортного средства и измеряет сколько времени потребуется на отражения импульса. Система беспилотного вождения Waymo включает в себя 3 вида Лидар собственной разработки: Лидар короткой дистанции для обеспечения обзора непосредственно вокруг автомобиля, Лидар средней дистанции и Лидар нового поколения обеспечивающий обзор на расстоянии до 300 метров.

Система видеонаблюдения включает камеры обеспечивающих обзор на 360 градусов. Камеры высокого разрешения способны определять цвета для определения сигнала светофора, проблесковых маячков автомобилей и цвета автомобилей.

Система радаров используя метод радиолокации, основанный на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов, определяет скорость, расстояние и геометрические параметры всех участников дорожного движения вокруг автотранспортного средства.

В качестве вспомогательных систем установлены датчики обнаружения звука,

позволяющая определить полицейские и аварийные сигналы на расстоянии до 200 метров, и GPS модуль.

Компания Volkswagen в 2011 году представила полуавтоматическую систему управления автотранспортным средством Temporary Auto Pilot.[8] Система позволяет водителю в определенных условиях отдать управление автотранспортным средством автоматической системе управления.

Система Temporary Auto Pilot объединяет уже известные разработки Volkswagen: систему распознавания дорожных знаков (Dynamic Road Sign Display), систему помощи движению по полосе (Lane Assist), систему адаптивного круиз контроля (Adaptive Cruise Control), систему помощи при перестроении (Side Assist), система автоматического экстренного торможения (City Emergency Brake). Система может работать на скорости до 130 км/ч. Temporary Auto Pilot способна выполнять остановку и начало движения, движение и маневрирование по полосе, распознавать знаки ограничения скорости и устанавливать скорость в соответствии с требованиями знаков, поддерживать безопасное расстояния между автомобилями на дороге.

Temporary Auto Pilot использует технологии лидар, радар, видеокамеру и ультразвуковые датчики, сигналы от которых обрабатываются в электронном блоке управления.

Система Temporary Auto Pilot полностью готова для внедрения на серийные автомобили.



Рис. 4 - Автомобиль Volkswagen с установленной системой Temporary Auto Pilot

Консорциум компаний Apples IDIADA, IKA, Robotiker-Tecnalia, SP Technical Research Institute of Sweden, Volvo Car Corporation и Volvo Technology разрабатывает систему Safe Road Trains for the Environment, которая позволяет нескольким автотранспортным средствам двигаться по дороге организованной колонной.[9] Принцип работы системы основан на том, что автомобили движутся за головным автомобилем, в качестве которого выбирается грузовой автомобиль. Автотранспортные средства повторяют движение ведущего грузовика сохраняя дистанцию в 6 метров. Каждый участник колонны может в любое время покинуть группу.

Safe Road Trains for the Environment использует систему адаптивного круиз контроля Volvo. Система находится в стадии испытаний.

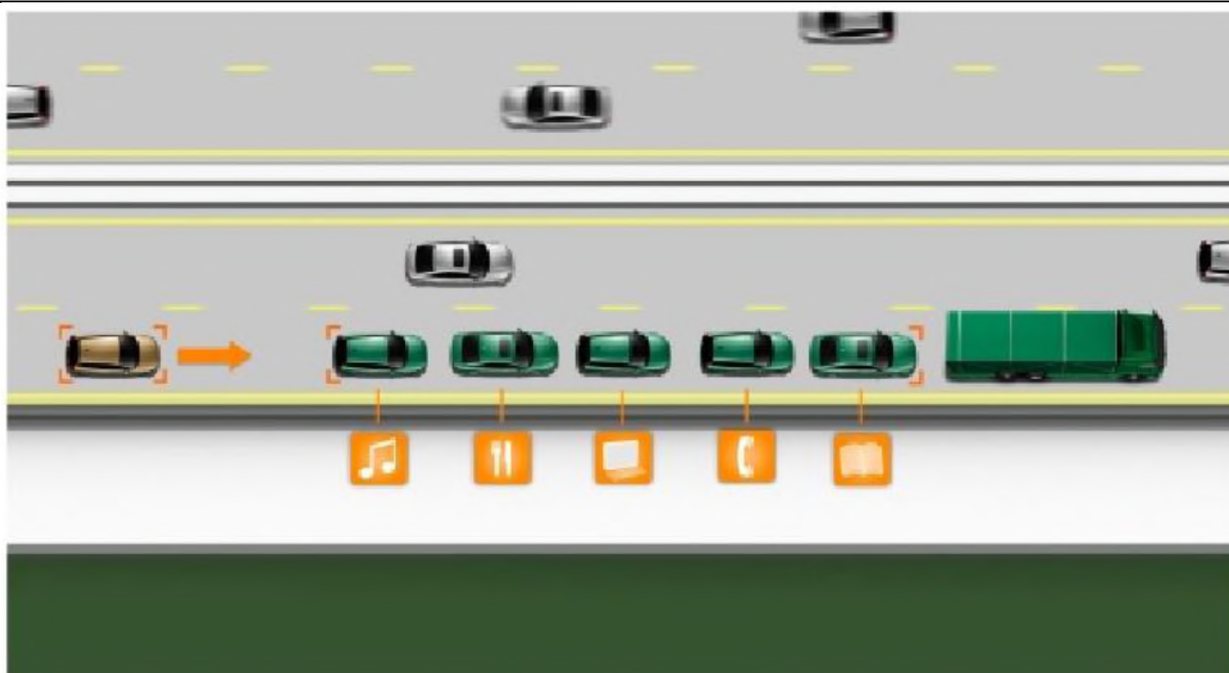


Рис. 5 - Система автоматического движения Safe Road Trains for the Environment

Японская государственная организация по развитию энергетических и промышленных технологий (New Energy and Industrial Technology Development Organization) запрограммировали колонну из четырех грузовиков.[10] Благодаря этому удалось сократить сопротивление воздуха и потребление топлива беспилотных грузовиков.

Бельгийская компания Flanders Mechatronics Technology Centre разработала беспилотный трактор.[11] Трактор способен самостоятельно регулировать скорость и поворачивать, приспосабливаясь к состоянию почвы. Так как на бездорожье скорость автотранспортного средства зависит от вида и твердости почвы, беспилотный трактор оснащен геодезическими датчиками GNSS, которые способны все это отслеживать. На основе полученной с датчиков информации бортовой компьютер рассчитывает приемлемую скорость и радиус поворота с точностью до нескольких сантиметров.



Рис. 6 - Беспилотный трактор компании Flanders Mechatronics Technology Centre

Библиографический список

1. Global Status Report On Road Safety 2015 / World Health Organization 2015. P. 1-20.
2. Госавтоинспекция [Электронный ресурс] - URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 07.04.2018).
3. Alexey Solntsev Estimation Method of Nonresident Vehicle Fleetm Inflow Influencing Road Traffic Safety in Megalopolis / Mikhail Malinovsky, Anastasia Juravleva, Slavomir Makovski // 12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in Large Cities", SPbOTSIC-2016, 28-30 September 2016, St. Petersburg, Russia, - 2016. - P. 751-755.
4. Blincoe, L. J., Miller, T. R., Zaloshnja, E., Lawrence, B. A. The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010. (Report No. DOT HS 812 013). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2010. P. 1-16.
5. National Highway Traffic Safety Administration [Электронный ресурс] - URL: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety> (дата обращения 07.04.2018).
6. Department of Motor Vehicles State of California [Электронный ресурс] - URL: https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/disengagement_report_2017 (дата обращения 07.04.2018).
7. Waymo [Электронный ресурс] - URL: <https://waymo.com/> (дата обращения 07.04.2018).
8. Volkswagen [Электронный ресурс] - URL: <https://www.volkswagenag.com/en/group/research/driver-assistance.html> (дата обращения 07.04.2018).
9. Volvo [Электронный ресурс] - URL: <https://www.volvocars.com> (дата обращения 07.04.2018).
10. New Energy and Industrial Technology Development Organization [Электронный ресурс] - URL: <http://www.nhtsa.gov> (дата обращения 07.04.2018).
11. Flanders Mechatronics Technology Centre [Электронный ресурс] - URL: <http://www.flandersmake.be> (дата обращения 07.04.2018).