УДК 656.13.08:65.012

DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-2-215-221

© А. А. Коломеец, аспирант

© A. A. Kolomeets, post-graduate student

© Е. В. Куракина, канд. техн. наук, доцент

© E. V. Kurakina, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)

E-mail: elvl_86@mail.ru, super.helen.k2009@yandex.ru

E-mail: elvl_86@mail.ru, super.helen.k2009@yandex.ru

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

FEASIBILITY FOR IMPROVING THE PROVISION OF AUTOMATED CONTROL IN THE TRAINING OF VEHICLE DRIVERS

Автоматизированное управление представляет собой совокупность информационного, технического и математического обеспечения и функционального комплекса программ, автоматизирующего определенные функции управления. Большинство современных производителей транспортных средств стремятся к усовершенствованию своих продуктов путем создания автопилотов, которые помогут не только избежать тяжких дорожно-транспортных происшествий, но и сохранить человеческие жизни. Описаны достоинства и недостатки технологии беспилотного транспорта, а также предложен новый метод обучения и подготовки кандидатов в водители транспортных средств, который совместит в себе искусственный интеллект и теоретическое и практическое обучение. Новый метод предполагает приобретение навыков управления, что будет способствовать снижению риска возникновения дорожно-транспортных происшествий с участием водителей со стажем управления транспортными средствами менее двух лет.

Ключевые слова: автоматизированное управление, беспилотный транспорт, искусственный интеллект, безопасность, обучение, водитель.

Automated control is a combination of information, technical and mathematical support and a functional set of programs that automate certain control functions. Most modern vehicle manufacturers strive to improve their products by creating autopilots that will help not only to avoid serious road accidents, but also save human lives. The article describes the advantages and disadvantages of the technology of unmanned transport, as well as a new method of training drivers and candidates for drivers of vehicles. This method will combine using artificial intelligence and theoretical and practical training. The new method involves the acquisition of management skills, which will help reducing the risk of road accidents involving drivers with less than 2 years of experience in driving vehicles.

Keywords: automated control, unmanned vehicles, artificial intelligence, security, training, driver.

Современное управление дорожно-транспортным комплексом реализуется посредством интеллектуальной транспортной системы (ИТС), включающей инновационные методы и технологии. ИТС — это система информационных и коммуникационных технологий, куда входят дорожная инфраструктура, потоки транспортных средств (ТС), участники дорожного движения (УДД), процессы регулирования дорожным движением (ДД). Кроме того, ИТС в мировой практике признаны

как механизм достижения одной из важной цели в решении проблем социального-экономического характера — сокращение аварийности на автомобильном транспорте (АТ). В рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» с 2018 до 2024 года реализуется внедрение системы, направленной на контроль и реализацию максимально эффективных сценариев управления дорожно-транспортным массивом как региона, так и группой ТС или от-

дельно взятым ТС. Локальные проекты, действующие на определенных территориальных границах функционирования ИТС, должны содержать автоматизированную систему управления (АСУ) ДД, включающую в себя подсистему директивного управления транспортными потоками (ТП) и подсистему косвенного управления ими; АСУ маршрутизированным транспортом; подсистему контроля соблюдения правил ПДД и контроля транспорта; подсистему управления состоянием дорог; подсистему пользовательских сервисов [1–4]. АСУ на АТ представляют собой совокупность информационного, технического и математического обеспечения и функционального комплекса программ, автоматизирующего определенные функции управления. Такое обеспечение позволяет принимать рациональные сценарии в повышении безопасности дорожного движения (БДД), эффективности ДД и комфорта УДД.

Современные производители ТС активно развивают интеллектуальную систему управления (ИСУ), внедряя в процессы эксплуатации искусственный интеллект — беспилотное управление (БУ) [5]. Одним из примеров такого испытания является БУ ТС марки «Tesla», которая уже успела зарекомендовать себя положительно на дорогах США, однако в российских условиях система работает нестабильно, в результате электронный блок управления (ЭБУ) передает право управления водителю ТС. В таком случае оператор сложной системы, естественно, является водителем, который своевременно сможет снизить риск возникновения аварийно-опасной ситуации и предотвратить дорожно-транспортное происшествие (ДТП) [6–9, 17].

Мировая статистика отмечает, что около 80 % всех ДТП происходит по вине водителя [10]. Надежность конструкции современного ТС, качество дорожного покрытия, эффективная организация ДД, уровень профессиональной подготовки водителя оказывают влияние на степень последствий и результат аварийно-опасной ситуации, однако «человеческий фактор» играет первостепенную роль. Таким образом, снижение уровня травматизма, вызванного ДТП, является одним из неоспоримых преимуществ беспилотного ТС [6, 9]. Безопасность и надежность конструкции ТС с наличием БУ не исключают наличие перебоев в работе системы торможения, что

в итоге ведет к сбоям в ЭБУ. На рис. 1 показана статистика поломок новых машин на конец 2019 года. Исследования проводились европейскими инженерами, за эталонную оценку принимались поломки на 100 единиц ТС одной марки.

Передача управления к водителю ТС происходит в случае потери наличия дорожной разметки на дорожном покрытии. Установленные датчики и камеры контроля дорожных условий помогают водителю ориентироваться в потоке, потеря ориентира движения приведет ТС в «паническое состояние», т. е. произойдет сбой системы БУ. В лучшем случае система «примет решение» выключить двигатель и ТС просто остановится, в худшем — ТС выберет себе другой ориентир, например, разметку обочины и совершит неожиданный маневр вправо, или же продолжит движение хаотично. К сожалению, систему управления предугадать нельзя, и если водитель может принять правильное решение, то искусственный интеллект принимает то, что он считает нужным.

Внедрение АСУ существенно отразилось на оптимизации процессов управления ДД, однако решение задач БДД остается актуальным, так как динамика снижения числа погибших в результате ДТП в стране незначительна (4,7 % в 2020 г. по сравнению с 2019 г.). Динамика изменения статистических данных по числу погибших (на фоне действия нормативных документов обеспечения БДД) представлена на рис. 2.

Решение проблемы аварийности на автомобильном транспорте (АТ) заключается в комплексном (или системном) подходе, а именно в четком определении масштабов проблемы, выработке эффективной стратегии, консолидации усилий профильных структур и целенаправленных действий [8, 10].

Анализ статистики аварийности с участием начинающих водителей со стажем управления до двух лет представлен на рис. 3, 4.

Риск совершения ДТП водителями со стажем управления ТС менее двух лет обусловлен отсутствием достаточного опыта вождения. Основные причины ДТП — несоблюдение очередности проезда перекрестков, несоблюдение скоростного режима, неправильный выбор дистанции, нарушение правил расположения ТС на проезжей части (рис. 5).

Рис. 1. Статистика поломок новых ТС на период 2019 года

Рис. 2. Динамика изменения целевого показателя — фактическое количество лиц, погибших в результате ДТП в 2004–2020 гг.

Рис. 3. Состояние аварийности в Российской Федерации с участием водителей со стажем управления ТС менее двух лет

К причинам ДТП с участием рассматриваемой категории водителей можно отнести причины, отвлекающие его внимание, например, общение по мобильному телефону или с пассажиром, возникновение интереса к предмету в салоне ТС или за его пределами. Также следует учитывать и уровень подготовки водителя в автошколах: низкий уровень обучения или отсутствие теоретического материала, недостаточная практика — будут отражаться на качестве подготовки будущих водителей. Существует необходимость в разработке научно-методического обеспечения процессов управления в подготовке водителей и переподготовке специалистов и персонала АТ путем автоматизированного управления.

Действующее научно-методическое обеспечение не дало существенных результатов, отмечено отсутствие эффективных методик, алгоритмов в области подготовки кандидатов в водители ТС посредством автоматизированного управления. Однако в исследуемом направлении — АСУ на АТ — необходимо отметить вклад ведущих ученых и их научные и практические результаты:

- системная организация и управление уровнем БДД [4, 11, 17];
- исследования по регулированию движения транспортных и пешеходных потоков [12, 13]; разработаны предпосылки для внедрения пред-

сигналов на светофорных объектах, повышающих эффективность координированного управления ТП; разработан новый подход к вводу дополнительной левоповоротной секции светофорного регулирования;

Рис. 4. Показатели состояния аварийности с участием водителей со стажем управления ТС менее двух лет в Российской Федерации: а — погибшие в результате ДТП; б — раненные в результате ДТП

Рис. 5. Причины ДТП с участием водителей со стажем управления ТС менее двух лет в Российской Федерации за 2019 год

- структура и концепция комплексного подхода к созданию и внедрению автономной транспортной системы (АТС) в России, создание психофизиологического мониторинга, обеспечивающего формирование алгоритма принятия решений электроникой, анализирующей состояние УДД [1, 2];
- повышение эффективности автоматизированного диспетчерского управления технологическими процессами в транспортных узлах [14];
- применение автотренажеров для подготовки кандидатов в водители ТС [15, 16].

Проведенные исследования носили в определенной мере локальный характер. Результаты доказывают необходимость разработки научно-методического обеспечения процессов управления в подготовке водителей посредством автоматизированного управления, нового подхода к их обучению. Существующую систему подготовки (практический курс) реализует инструктор, который находится рядом с обучающимся, а предлагаемая методика (рис. 6) подразумевает обучение с помощью искусственного интеллекта, при этом качество обучения и усвоения мате-

Рис. 6. Элементы процесса обучения по предлагаемой методике

риала не должно снизиться. Инструктор может контролировать процесс вождения дистанционно, а при возникновении аварийно-опасных ситуаций у него будет возможность помочь начинающему водителю уже в очной форме. Такая методика подготовки кандидатов в водители ТС на данный момент не имеет аналогов и является актуальной и перспективной. Алгоритм программы контроля навыков будущего водителя посредством систем автоматизированного управления будет следующий. ТС оснащено по всему периметру инфракрасными датчиками, которые контролируют габариты машины относительно боковых ограждений или конусов.

Сигнал о происходящем передается на экран, находящийся в салоне ТС через электронный блок управления. Программное обеспечение отслеживает действия обучающегося, на экран выводятся дополнительная информация о действиях. В случае неуспешного прохождения упражнения ТС автоматически останавливается, а на вспомогательной панели прописываются ошибки. Затем система перезапускается, и будущий водитель вновь пробует пройти испытание с учетом совершенных ошибок. Инструктор дистанционно контролирует процесс получения практических навыков кандидата в водители ТС.

Предлагаемый метод подготовки кандидатов в водители ТС подразумевает разработку организационного, научно-методического обеспечения процесса. Новый метод с программным продуктом позволит не только улучшить качество освоения практического материала в автошколах, но и изменить методику преподавания и ведения курсов освоения ПДД. Приобретенные практические навыки будущего водителя будут способствовать более уверенному управлению ТС, тем самым снижая риск ДТП с участием водителей со стажем управления ТС менее двух лет.

Библиографический список

1. Жанказиев С. В., Воробьев А. И., Морозов Д. Ю. Тенденции развития автономных интеллектуальных транспортных систем в России // Транспорт РФ. 2016. № 5 (66). С. 26–28.
2. Жанказиев С. В., Власов В. М. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем // Научные

аспекты развития транспортно-телематических систем : сб. научных трудов). М.: МАДИ, 2010. С. 46–68.

3. Плотников А. М. Управление безопасностью дорожного движения на одноуровневых перекрестках (Теория и практика). СПб.: ООО «Экспертные решения», 2014. 404 с.

4. Кравченко П. А., Олещенко Е. М. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 14–18.

5. Дастин Э., Рэшка Д., Пол Д. Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / пер. с англ. М. Павлова. М.: Лори, 2017. 567 с.

6. Valeriy Kapitanov, Valentin Silyanov, Olga Monina, Aleksandr Chubukov. Methods for traffic management efficiency improvement in cities / Transportation Research Procedia, 2018. Vol. 36, Pp. 252–259/ doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.077.

7. Домке Э. Р., Жесткова С. А. Вероятностная модель торможения колесной машины // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 2 (33). С. 3–7.

8. Куракина Е. В., Евтюков С. С., Голов Е. В. Реконструкция дорожно-транспортных происшествий. СПб.: Петрополис, 2017. С. 204.

9. Евтюков С. С., Голов Е. В., Коломеец А. А. Роль человеческого фактора при возникновении дорожно-транспортного происшествия // Транспортное дело России. 2019. № 2. С. 196–199.

10. Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000–2016. Geneva, World Health Organization. 2018.

11. Кравченко П. А. Организация и безопасность дорожного движения в больших городах // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 1 (64). С. 1–2.

12. Жигadlo А. П., Дубынина М. Г. Влияние психофизиологических особенностей личности водителя на надежность управления транспортным средством // Вестник Сибирского отделения Академии военных наук. 2018. № 49. С. 119–130.

13. Корчагин В. А., Ляпин С. А., Клявин В. Э., Ситников В. В. Повышение безопасности движения автомобилей на основе анализа аварийности и моделирования ДТП // Фундаментальные исследования. 2015. № 6. С. 251–256.

14. Нырков А. П. Автоматизированное управление и оптимизация технологических процессов в транспортных узлах: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Нырков Анатолий Павлович. 304 с.

15. Пат. № 2694427С1 Российская Федерация. Динамический стенд-тренажер устойчивого вождения автомобиля / Торосян Л. Е. ; заявл. 2018121664, 13.06.2018; опубл. 12.07.2019, Бюл. № 20. 8 с.

16. Пат. № 2652696C2 Российская Федерация. Имитатор дорожный тренажёра транспортного средства / Пузевиц Н. Л., Волков С. С., Слободян А. А., Подчинок В. М., Демихов С. В., Прокофьев Д. В., Фомин А. Ю.; заявл. 2016103413, 02.02.2016; опубл. 28.04.2018, Бюл. № 13. 11 с.

17. Евтюков С. С., Куракина Е. В., Перевалов Н. В. ИТ-технологии в автодорожной экспертизе. СПб.: Петрополис, 2019. 132 с.

References

1. Zhankaziev S. V., Vorob'ev A. I., Morozov D. Yu. *Tendentsii razvitiya avtonomnykh intellektual'nykh transportnykh sistem v Rossii* [Trends in the development of autonomous intelligent transport systems in Russia]. *Transport RF – Transport of the Russian Federation*, 2016, no. 5 (66), pp. 26–28.

2. Zhankaziev C. B., Vlasov V. M. *Nauchnye podkhody k formirovaniyu gosudarstvennoy strategii razvitiya intellektual'nykh transportnykh sistem* [Scientific approaches to the state strategy formation for the development of intelligent transport systems]. *Sb. nauchnykh trudov «Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh sistem»* [Coll. sci. works “Scientific aspects of the development of transport and telematics systems”]. Moscow, MADI Publ., 2010, pp. 46–68.

3. Plotnikov A. M. *Upravlenie bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya na odnourovnevnykh perekrestkakh (Teoriya i praktika)* [Traffic safety management at single-level intersections (Theory and practice)]. St. Petersburg, Ekspertnye resheniya Publ., 2014, 404 p.

4. Kravchenko P. A., Oleshchenko E. M. *Sistemnyi podkhod v upravlenii bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya v Rossiyskoy Federatsii* [System approach in road traffic safety management in the Russian Federation]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2018, no. 2(75), pp. 14–18.

5. Dastin E., Reshka D., Pol D. *Testirovanie programmnogo obespecheniya. Vnedrenie, upravlenie i avtomatizatsiya* [Software testing. Implementation, management and automation]. Transl. from English by Pavlov M. Moscow, Lori Publ., 2017, 567 p.

6. Valeriy Kapitanov, Valentin Silyanov, Olga Monina, Aleksandr Chubukov. Methods for traffic management efficiency improvement in cities. *Transportation Research Procedia*, 2018, vol. 36, pp. 252–259/ doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.077.

7. Domke E. R., Zhestkova S. A. *Veroyatnostnaya model' tormozheniya kolesnoy mashiny* [Probabilistic model of wheel car braking []]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh*

mashin – The world of transport and technological machines, 2011, no. 2 (33), pp. 3–7.

8. Kurakina E. V., Evtyukov S. S., Golov E. V. *Rekonstruktsiya dorozhno-transportnykh proissheshtviy* [Reconstruction of road traffic accidents]. St. Petersburg, Petropolis Publ., 2017, 204 p.

9. Evtyukov S. S., Golov E. V., Kolomeets A. A. *Rol' chelovecheskogo faktora pri vozniknovenii dorozhno-transportnogo proissheshtviya* [The role of the human factor in the occurrence of a road accident]. *Transportnoe delo Rossii–Transport Business of Russia*, 2019, no. 2, pp. 196–199.

10. *Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000–2016*. Geneva, World Health Organization, 2018.

11. Kravchenko P. A. *Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v bol'shikh gorodakh* [Organization and safety of road traffic in big cities]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli– Science and Technology in the road industry*, 2013, no. 1 (64), pp. 1–2.

12. Zhigadlo A. P., Dubynina M. G. *Vliyanie psikhofiziologicheskikh osobennostey lichnosti voditelya na nadezhnost' upravleniya transportnym sredstvom* [Influence of psychophysiological features of the driver's personality on the reliability of vehicle management]. *Vestnik Sibirskogo otdeleniya Akademii voennykh nauk– Bulletin of the Siberian Branch of the Academy of Military Sciences*, 2018, no. 49, pp. 119–130.

13. Korchagin V. A., Lyapin S. A., Klyavin V. E., Sitnikov V. V. *Povyshenie bezopasnosti dvizheniya avtomobiley na osnove analiza avariynosti i modelirovaniya DTP* [Improving the safety of automobile traffic on the basis of road traffic accident analysis and modeling]. *Fundamental'nye issledovaniya– Fundamental Research*, 2015, no. 6, pp. 251–256.

14. Nyrkov A. P. *Avtomatizirovannoe upravlenie i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v transportnykh uzlakh. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Automated control and optimization of technological processes in transport hubs. Dr. Sci. Tech. diss.]. 2006, 304 p.

15. Torosyan L. E. *Dinamicheskiy stend-trenazher ustoychivogo vozhdeniya avtomobilya* [Dynamic stand-simulator for sustainable car driving]. Patent RF, no. 2694427C1, 2019.

16. Puzevich N. L., et al. *Imitator dorozhniy trenazhyora transportnogo sredstva* [Road vehicle simulator]. Patent RF, no. 2652696C2, 2018.

17. Evtyukov S. S., Kurakina E. V., Perevalov N. V. *IT-tehnologii v avtodorozhnoy ekspertize* [IT-technologies in road traffic examination]. St. Petersburg, Petropolis Publ., 2019, 132 p.