

ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И БЕСПИЛОТНЫЕ АВТОМОБИЛИ: ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ



Владимир Савченко,
начальник НИЦ
«Бортовые системы
управления мобильных
машин» Объединенного
института
машиностроения
НАН Беларуси, кандидат
технических наук,
доцент



Сергей Поддубко,
генеральный директор
Объединенного
института
машиностроения
НАН Беларуси, кандидат
технических наук,
доцент

Часть 2

Проблема передачи управления водителю в ВАТС

Поиск путей и разработка методов передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах (ВАТС) сегодня находятся на исследовательской стадии [1]. Известно, что с ростом автоматизации во всех классах систем «человек-машина» появляется все больше и больше монотонных фрагментов в алгоритмах деятельности человека-оператора, которые оказывают негативное воздействие на их штатное выполнение, прежде всего уменьшают текущую осведомленность об интегральной ситуационной обстановке (что сказывается на адекватности оценки динамики ее развития) и увеличивают время реакций человека при возникновении потребности в экстренном действии, что непосредственно влияет на безопасность функционирования данных систем.

Например, применение адаптивного круиз-контроля Adaptive Cruise Control (ACC) приводит, по сравнению с ручным вождением, к относительно небольшому сокращению рабочей нагрузки на водителя, а высокоавтоматизированное вождение (ВAB) – к значительному. В работе [2] представлен обзор полученных в ходе двенадцати исследований экспериментальных данных об эффективности решения водителем дополнительных задач при использовании ACC и ВAB и его осведомленности о ситуации. В том

числе проанализирована рабочая нагрузка, измеряемая как производительность, при выполнении произвольной задачи, отображенной на бортовом дисплее. Среднее количество выполненных задач составило 100% для ручного вождения, 112% при наличии АСС и 261% – ВАВ. Другими словами, с АСС водители могут решать примерно на 12% больше задач, чем при ручном управлении, а с ВАВ – в 2,5 раза больше.

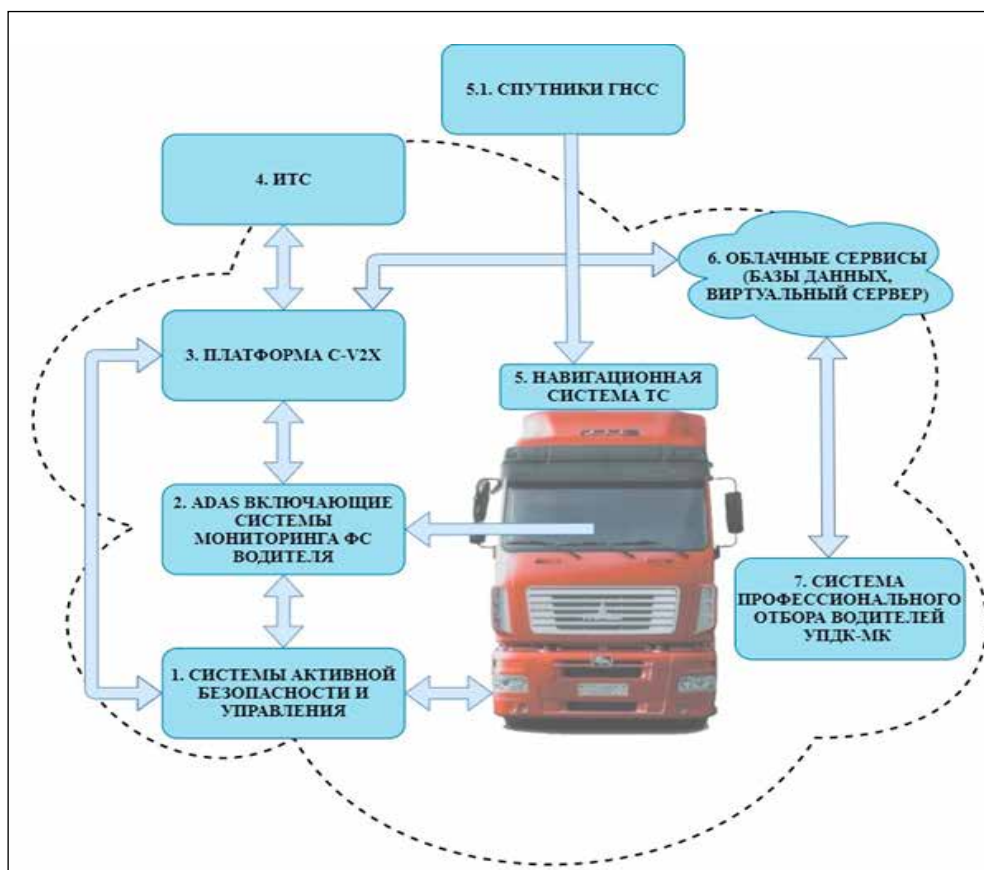
Около 20 лет назад началось изучение проблемы человеческого фактора при возрастании уровня автоматизации в транспортных средствах (ТС), в основном ориентированное на взаимодействие водителей с АСС, и уже тогда было установлено, что это может привести к снижению осведомленности о дорожной ситуации и уменьшению эффективности выполнения алгоритмов деятельности по управлению ТС при возникновении нештатных ситуаций [2]. В последующем схожие результаты были получены и при исследовании влияния систем – ассистентов водителя (ADAS) по поддержанию полосы движения – на водителя при 1–3 уровнях автоматизации автомобиля [1, 3, 4].

Концепция передачи управления водителю в ВАТС по состоянию

Развитие оценочных критериев и условий для автоматической передачи управления водителю во время движения при смене парадигмы управления ТС с автоматического на ручное сегодня одна из самых актуальных задач. Основная цель – определить, в какой момент времени возможна безопасная передача, когда водитель уже потенциально способен выполнять требуемые алгоритмы деятельности. Очевидно, что для разных людей это время не будет одинаковым, поскольку влияние оказывают внутренние и внешние факторы, имеющие различные весовые коэффициенты. Основные – это осведомленность о ситуационной обстановке по маршруту движения, текущее функциональное состояние (во многом обусловленное родом занятия в предшествующие 5–10 минут) и индивидуальные особенности конкретного человека.

Ситуационная обстановка по маршруту движения – величина качественная и переменная, зависящая от многих факторов (интенсивности

Рис. 1. Структура системы верхнего уровня для передачи управления водителю в ВАТС: 1 – системы активной безопасности и управления ТС; 2 – ADAS, включающие системы мониторинга ФС водителя; 3 – коммуникационная платформа C-V2X; 4 – ИТС; 5 – навигационная система ТС; 5.1 – спутники глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) систем; 6 – облачные сервисы (базы данных, виртуальный сервер); 7 – стационарная система профессионального отбора водителей (универсальный психодиагностический комплекс УПДК-МК)



трафика и потенциальных сложностей на конкретных локальных участках дороги, нестандартных ситуаций, инцидентов и аварий, погодных условий, времени суток и др.). Исследования осведомленности водителя о ней ведутся в мире достаточно интенсивно [2–4]. По разным оценкам и в зависимости от сложности данной обстановки и рода деятельности водителя в предшествующее время требуется от нескольких десятков (часто около 60 секунд) до 360 секунд на адекватную оценку ситуации. В большинстве исследовательских проектов используются методы мониторинга и определения динамики изменения психофизиологических и физиологических параметров, а также зрительного анализатора водителя с применением соответствующего экспериментального оборудования во взаимосвязях с восстановлением контроля водителя над траекторным движением ТС, ситуационной обстановки и выполнением алгоритмов деятельности (или их фрагментов) в различных вариациях и в реальном масштабе времени.

Методы мониторинга и поддержания текущего функционального состояния водителя на основе отслеживания и анализа параметров ЭДА во взаимосвязи с выполняемыми алгоритмами деятельности разработаны и неоднократно апробированы. Системы, их реализующие, выпускаются серийно, установлено, что они поддерживают водителя в состоянии готовности к экстренному действию [5–8].

На рис. 1 представлена структура системы верхнего уровня для обеспечения передачи управления водителю в ВАТС.

Ее новизной является возможность анализа разнородной информации, циркулирующей в системах активной безопасности и управления ВАТС, ADAS, включая мониторинг функционального состояния водителя по анализу параметров (характеристик зрительного анализатора и ЭДА, коммуникационной платформе C–V2X), интеллектуальных транспортных системах (ИТС), работающих в реальном времени, с поддержкой навигационной системы ТС и облачных сервисов. Последние направлены на ведение и обновление базы данных индивидуальных профессионально важных качеств (ПВК) водителей, отслеживаемых во время выполнения алгоритмов деятельности при ручном управлении ВАТС, обработку виртуальным сервером информационных потоков с C–V2X, ИТС и синтез вероятностных оценок возможности пере-

дачи управления водителю в конкретной дорожной ситуации и реальных условиях движения, работающих по взаимоувязанным спецификациям протоколов обмена информацией [9, 10].

Индивидуальные особенности водителя в рассматриваемом контексте – это прежде всего динамика психофизиологических (физиологических) параметров, его ПВК при управлении ТС, в том числе индивидуальные количественные значения (например, временные затраты на осуществление управляющих действий, прием сигнальной информации и др.), которые могут регистрироваться при ручном управлении ВАТС, находятся в облачных базах данных систем профессионального отбора и развития таких качеств. Например, в работе [9] представлен подход, позволяющий контролировать восприятие оператором семантически бинарной релевантной информации.

Это восприятие, в отличие от индифферентных раздражителей, неизменно без всякого исключения сопровождается импульсом фазической составляющей ЭДА (кожно-гальванической реакцией). В ВАТС релевантная информация для водителя – это предупреждение систем ADAS об ошибочных действиях в текущей ситуации (пересечение линий разметки дороги без включения поворота, попытка перестроения, когда в мертвой зоне видимости находится другой автомобиль, внезапное появление пешехода или велосипедиста, превышение скорости и др.). Это также кросс-модальная информация, передаваемая по протоколам V2I (коммуникации автомобиль – придорожная инфраструктура), например, смена знака светофора, предупреждения о сложных метеорологических условиях и др., и по протоколам V2V (коммуникации автомобиль – автомобиль), например, авария на пути следования ТС, предупреждение об опасности обгона, проблемы с дорожным покрытием и др.

Наиболее широкое распространение получили такие стационарные системы профессионального отбора водителей, как УПДК-МК [11] и психологическая аттестация (система тестирования Vienna Traffic) [12], которые используют по 30–50 психологических методик, психофизиологических параметров и личностных тестов для оценки уровня ПВК водителей в стационарных условиях. Например, УПДК-МК обеспечивает тестирование психофизиологических ПВК (восприятия пространственных отношений и времени, глазомера, устойчивости, переключаемости и распределения внимания, памяти,



Рис. 2. Прогнозируемый поток данных, генерируемых автономным автомобилем

психомоторики, эмоциональной устойчивости, динамики работоспособности) и свойств и качеств личности водителя, которые позволяют ему безопасно управлять ТС (нервно-психическая устойчивость, свойства темперамента, склонность к риску, конфликтности, монотоностойчивости).

УПДК-МК также включает методики развития ПВК (тренировку избирательности, концентрации и распределения внимания, повышение эмоциональной устойчивости, гибкости темпа действий, устойчивости к монотонии) и общего развития (тренировку ассоциативных процессов, памяти на образы и символы).

Информация баз данных систем профессионального отбора или осмотра конкретного водителя может быть доступна на борту ВАТС благодаря информационным каналам коммуникационной платформы C-V2X и применена в алгоритмах анализа потенциальной возможности водителя восстановить контроль над высокоавтоматизированным автомобилем. Некоторые значения ПВК могут актуализироваться в автоматическом режиме (на базе облачных технологий и виртуальных вычислений), например, все, что связано со скоростью реакций водителя во время ручного управления, мониторится в фоновом режиме и через C-V2X направляется в облако, где и происходит (автоматически) актуализация персональной сущности конкретного водителя в базе данных УПДК-МК. Таким образом, если он периодически или время от времени использует для управления высокоавтоматизированным ТС ручное управление, его база данных ПВК (по ряду параметров) будет актуальна в реальном времени.

Кросс-модальные информационные потоки в высокоавтоматизированных и автономных автомобилях

Уровень автоматизации неуклонно растет, что позволяет решать ранее существовавшие при функционировании автомобилей проблемы, но также создает новые, которые еще предстоит исследовать. Значительными темпами растут объемы разнородной информации, циркулирующей в такой метасистеме, как водитель – высокоавтоматизированный автомобиль – дорога – интеллектуальная транспортная система – информационное поле. На рис. 2 представлен прогнозируемый поток данных, генерируемых в автономных автомобилях, и основные источники. **И**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. R. Madigan, T. Louw, N. Merat. The effect of varying levels of vehicle automation on drivers' lane changing behavior // PLoS ONE. 2018. №13 (2) // URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192190>.
2. M. Endsley, D. Kaber. Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task // Ergonomics. 1999. №42 (3). P. 462–492.
3. N. Merat. Highly automated driving, secondary task performance and driver state // Human Factors. 2012. №54. P. 762–771.
4. N. Merat, A.H. Jamson, F. Lai et al. Transition to manual: driver behavior when resuming control from a highly automated vehicle // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior. November 2014. Vol. 27, Part B.P. 274–282.
5. V.V. Savchenko. Optimization of the semantic biofeedback parameter in the monitoring systems of functional state of operators // Journal of Automation and Information Sciences. 2009. Vol. 41, №1. P. 75–80.
6. V.V. Dementienko. Driver vigilance remote monitoring system // Science Journal of Transportation. October 2015. №6. P. 110–114.
7. В.В. Савченко, М.С. Свистун, В.В. Сикорский. Система поддержания работоспособности водителя: результаты испытаний и экспериментальных исследований // Автомобильная промышленность. 2008. №1. С. 32–34.
8. В.В. Деметиненко, В.Б. Дорохов. Оценка эффективности систем контроля уровня бодрствования человека-оператора с учетом вероятностной природы возникновения ошибок при засыпании // Журнал высшей нервной деятельности. 2013. Т. 63, №1. С. 24–32.
9. В.В. Савченко, С.Н. Поддубко. Подход к разработке метода передачи управления транспортным средством водителю бортовыми системами в автоматическом режиме // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2018. №2 (121). С. 181–187.
10. V.V. Savchenko, S.N. Poddubko. Cross-modal information flows in highly automated vehicles // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 534 (2019). 012003. doi: 10.1088/1757-899X/534/1/012003 // <http://iopscience.iop.org/issue/1757-899X/534/1>.
11. А.С. Кремез, В.В. Бонч-Бруевич. Психологические аспекты безопасности деятельности оперативного персонала технологических установок // Автоматизация в промышленности. 2011. №7. С. 43–48.
12. Психологическая аттестация водителей. Система тестирования Vienna // <https://docplayer.ru/28720064-Psihologicheskaya-attestaciya-voditeley-sistema-testirovaniya-vienna.html>.
13. Intel: каждый робомобиль будет генерировать в среднем 4 Тбайт данных в день // 3DNews Daily Digital Digest: оф. сайт // <https://www.3dnews.ru/951292.html>.
14. Самые подробные карты мира будут нужны автомобилям, а не людям // <https://sohabr.net/habr/post/326838/>.