

УДК 629.3.06+656.13+612.821

В.В. САВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.начальник НИЦ «Бортовые системы управления мобильных машин»¹

E-mail: uus@tut.by

В.В. ЛИТАРОВИЧмладший научный сотрудник¹

E-mail: veronika.litarovich@gmail.com

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 11.05.2020.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЛЕВАНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ВОДИТЕЛЕЙ В ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Поиск путей решения проблемы передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах (ТС) предполагает разработку новых методов и адаптацию известных под решение поставленной задачи. Развитие метода мониторинга восприятия семантически бинарной релевантной информации водителем предполагает определение источников значимой информации и классификацию релевантной информации для водителей, поступающей с ADAS (усовершенствованные системы помощи водителю), ИТС (интеллектуальная транспортная система) и панели приборов. Определение временной реакции водителя на поступающую релевантную информацию и последующий ее анализ позволит в режиме реального времени в процессе выполнения алгоритмов деятельности по управлению высокоавтоматизированным ТС без использования дополнительного оборудования вести мониторинг и актуализировать базу данных конкретного водителя, в которой содержатся количественные значения, характеризующие ряд его профессионально важных качеств, в автоматическом режиме с использованием облачных серверов. Полученные результаты ориентированы на решение задачи передачи управления водителю в высокоавтоматизированных автомобилях, когда бортовые системы ТС не могут поддерживать далее беспилотный режим управления и ТС находится не в пределах конкретного домена штатной эксплуатации.

Ключевые слова: ADAS, высокоавтоматизированные автомобили, домен штатной эксплуатации, индивидуальные особенности водителя, передача управления водителю, профессионально важные качества, семантически бинарная релевантная информация, ситуационная обстановка по маршруту движения

DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2020-3-52-27-33>

Введение. В соответствии с Резолюцией ЕЭК ООН (ECE/TRANC/WP.1/165) о внедрении в практику высокоавтоматизированных и полностью автоматизированных ТС, в условиях дорожного движения «высокоавтоматизированное ТС» означает ТС, оснащенное автоматизированной системой вождения. Эта автоматизированная система вождения действует «в пределах конкретного домена штатной эксплуатации» применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения; «домен штатной эксплуатации» означает окружающие и географические условия, время суток, а также дорожно-транспортные, инфраструктурные, погодные и другие условия, для работы в которых конкретно предназначена данная автоматизированная система вождения.

В работе [1] для решения проблемы передачи управления водителю в высокоавтоматизированных ТС, когда бортовые системы ТС не могут поддерживать далее «беспилотный» режим управления (сегодня находится на уровне поисковых исследований [2]) впервые представлен метод мониторинга восприятия семантически бинарной релевантной информации водителем в высокоавтоматизированных ТС, учитывающий циркулирующие в бортовых системах ТС информационные потоки, реакции водителя на семантически бинарную релевантную информацию, основанный на более ранних работах [3–6], динамику профессионально важных качеств конкретного водителя в контексте решения проблемы передачи управления водителю в высокоавтоматизированных автомобилях, когда бортовые системы ТС не могут поддерживать далее беспилотный режим



Рисунок 1 — Структура системы верхнего уровня для передачи управления водителю в высокоавтоматизированных автомобилях
Figure 1 — Structure of the top-level system for transferring control to the driver in highly automated vehicles

управления, т. е. не соответствуют домену штатной эксплуатации. Рассмотрены текущие основные проблемы безопасности функционирования высокоавтоматизированных и беспилотных ТС. Представлена структура системы верхнего уровня для передачи управления водителю в высокоавтоматизированных ТС (рисунок 1).

Для реализации метода мониторинга восприятия релевантной информации водителем в высокоавтоматизированных ТС следует определить источники и выполнить классификацию такой информации.

Источники релевантной информации для водителей. Релевантная информация делится на три категории [6]:

- предупреждающая информация — носит осведомительный характер, содержит сведения об общей обстановке (включая аварийную) и рекомендации для принятия мер, оставляя за водителем право выбора окончательного решения;
- предписывающая информация — носит командный характер, требует или разрешает выполнение строго определенных действий;
- запрещающая информация — носит аварийный характер, накладывает строгие ограничения на выполнение или запрещает тех или иных действий, указывает на неготовность к работе или неисправность того или иного компонента.

В высокоавтоматизированных ТС релевантная информация для водителя это: предупреждение ADAS о изменении ситуационной обстановки и/или ошибочных действиях конкретного водителя 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.), другая релевантная информация о работе систем ТС, предъявляемая на информационных щитках (панелях), в ряде случаев дублируемая звуковым сигналом. Это также кросс-модальная релевантная для водителя информация, циркулирующая в коммуникационной платформе для подключенных ТС C-V2X, например, передаваемая по протоколам V2I (коммуникации «автомобиль — придорожная инфраструктура»), например, смена знака светофора, предупреждения о сложных метеорологических условиях и др., по протоколам V2V (коммуникации ТС-ТС), например, авария по пути следования ТС, предупреждение об опасности обгона, проблемы с дорожным покрытием и др.

Классификация релевантной информации для водителей. В общем случае релевантная информация — это информационное сообщение водителю (может быть различной модальности), значимое

в конкретных условиях движения и предписывающее водителю незамедлительное выполнение соответствующих алгоритмов деятельности или накладывающее требования по выполнению важных конкретных действий в краткосрочной перспективе. В ADAS информирование водителя может осуществляться тремя способами оповещения: визуальным, звуковым и тактильным.

Для классификации релевантной информации для водителей, поступающей с ADAS, анализировались следующие системы:

- FCW (Forward Collision Warning) — система предупреждения о прямом столкновении;
- UFCW (Urban Forward Collision Warning) — система предупреждения об опасном фронтальном столкновении в городе;
- PCW (Pedestrian Collision Warning) — система предупреждения об опасности столкновения с пешеходами;
- LDW (Line Departure Warning) — предупреждение о выезде с полосы движения;
- HMW (Headway Monitoring and Warning) — система контроля дистанции между автомобилями и предупреждения об опасном сближении;
- SLI (Speed Limit Indicator) — индикатор ограничения скорости;
- TSR (Traffic Sign Recognition) — функция распознавания дорожного знака;
- TLR (Traffic Light Recognition) — система распознавания сигналов светофора;
- BSM (Blind Spot Monitoring) — устройство мониторинга слепых зон;
- DM (Driver Monitoring) — система мониторинга водителя (мониторинг внимания водителя);
- RCTA (Rear Cross Traffic Alert) — функция предупреждения о заднем перекрестном движении;
- LKAS (Line Keeping Assist System) — система удержания в пределах полосы;
- LCA (Lane Change Assist) — помощь при смене полосы движения;
- PD (Pedestrian Detection) — система обнаружения пешеходов;
- APA (Advanced Parking Assist) — система помощи при парковке;
- NV (Night Vision) — ночное видение.

Визуальное информирование водителя ТС осуществляется с использованием специальных пиктограмм, отображаемых на цифровом дисплее ТС или специально установленной системы; информации, выводимой на цифровой дисплей ТС; подсвечивания индикаторов, которые расположены на боковых зеркалах либо на зеркале заднего вида; отображения информации на лобовом стекле ТС в зоне видимости водителя. Звуковое информирование водителя осуществляется с использованием встроенных аудиосистем (часто с изменением тональности и частоты сигнала), тактильное информирование водителя осуществляется с использованием механизма вибрации,

Таблица 1 — Модальность сигналов, поступающих от ADAS
Table 1 — Modality of signals coming from ADAS

ADAS	Информирование водителя ТС		
	визуальное	звуковое	тактильное
FCW	+	+	+
UFCW	+	+	+
PCW	+	+	+
LDW	+	+	+
HMW	+	+	+
SLI	+	—	+
TSR	+	—	—
TLR	+	+/-	—
BSM	+	+	+/-
DM	+	+	—
RCTA	+	+	—
LKAS	+	+	+
LCA	+	+/-	+/-
PD	+	+	—
APA	+	+	—
NV	+	+/-	—

установленного в рулевом колесе или под сиденьем водителя ТС.

В таблице 1 представлены вышеописанные системы и модальность сигналов для информирования водителя ТС.

Релевантными сообщениями в той или иной степени являются сообщения, которые поступают от всех представленных систем, а имеющие звуковое и/или тактильное информирование водителя ТС — всегда. Поскольку все системы, кроме NV (нет данных по системе), имеют CAN-шину, возможно регистрировать время появления информации для последующего анализа, например, определения времен реакций водителя на релевантную информацию, что позволяет в реальном масштабе времени во время выполнения алгоритмов деятельности по управлению высокоавтоматизированным ТС без использования дополнительного оборудования вести мониторинг и актуализировать базу данных конкретного водителя, содержащую количественные значения, характеризующие ряд его профессионально важных качеств, в автоматическом режиме.

Системы, входящие в состав ИТС и осуществляющие информирование водителя ТС. ИТС, осуществляющие информирование водителя:

- RWIS (Road Weather Information System) — информационная система о погодных условиях на дорогах;
- ATIS (Advanced Traveler Information Systems) — усовершенствованные системы информации для путешественников;
- ATMS (Advanced Traffic Management System) — усовершенствованная система управления трафи-

ком, осуществляет сбор статистических данных о трафике ТС, направлена на разгрузку и перераспределение транспортных потоков на основе анализа собранных данных. В состав ATMS входят несколько подсистем узкой направленности, которые осуществляют контроль трафика определенных зон дорожной сети и осуществляют информирование водителя ТС:

1. BTM (Bridge/Tunnel Management) — система управления мостами/туннелями. Система осуществляет управление дорожным трафиком на мостах и туннелях и включает:

- HWWS (High Wind Warning System) — системы предупреждения о сильном ветре. Они контролируют скорость ветра и направление, а также осуществляют информирование водителя, когда ветровые условия представляют потенциальную опасность. Предупреждения о сильном ветре, как правило, являются частью систем управления дорожным движением на мостах. Обычно предупреждения о ветре подразделяются на различные уровни в соответствии с предварительно установленными пороговыми значениями различных параметров, включая скорость, направление и устойчивость ветра. В зависимости от условий, выполняются планы реагирования, начиная от распространения предупреждающих сообщений для приближающегося трафика и заканчивая полным закрытием моста в тяжелых условиях. Поскольку воздействие сильных ветров варьируется в зависимости от размера ТС, предупреждающие сообщения часто нацелены на конкретные типы ТС, в первую очередь предупреждая наиболее уязвимые и рекомендуя водителям снизить скорость, чтобы минимизировать потенциальную опасность. В зависимости от условий, план реагирования может включать ограничение доступа на мост только небольших ТС и, в конечном итоге, полное закрытие. В зависимости от подсистем, участвующих в системе управления дорожным движением на мосту, предупреждающие сообщения могут распространяться через средства массовой информации, HAR и/или DMS [7];

- OOD (Overheight/Overweight Detection) — обнаружение перевеса и превышения допустимой высоты ТС. Системы обнаружения превышения высоты включают в себя установку устройств на трассе в преддверии появления объекта с ограничением высоты. Цель состоит в том, чтобы обнаружить превышение и предупредить водителя, чтобы он мог выбрать другой маршрут следования. Эти устройства могут варьироваться от простого механического устройства, такого как цепи, подвешенные над дорожным покрытием, до более сложных электронных систем обнаружения превышения высоты. Устройства используются в сочетании с дорожными знаками (как статическими, так и динамическими) для информирования водителя ТС, превышающего допустимый зазор, и для перенаправления на соответствующий маршрут. Что касается обнаружения

избыточного веса, все коммерческие ТС должны быть взвешены в пунктах осмотра, расположенных в определенных точках по всей сети автомобильных дорог либо с использованием специализированного оборудования для взвешивания в движении (WIM — Weigh-in-Motion) [7]. WIM может использоваться на отдельных участках, расположенных перед станциями для проверки и подтверждения того, что вес и размеры коммерческого ТС находятся в допустимых пределах. WIM — эффективный инструмент сортировки, который помогает инспекторам идентифицировать проблемные ТС, в то же время позволяя соответствующим автомобилям беспрепятственно проезжать через место инспекции.

2. SWZ (Smart Work Zones) — умные рабочие зоны. Приложения, которые осуществляют информирование водителя в строительно-рабочих зонах. Технологии и системы, применяемые для информирования [7]:

- RI/MS (Roadway Information/Monitoring Systems) — информация/мониторинг дорог. Система предназначена для мониторинга и информирования в ремонтных зонах. Используют один или несколько детекторов ТС, расположенных в рабочих зонах. Часто используется совместно с переносными знаками переменных сообщений (PVMS) для информирования автомобилистов о снижении скорости движения вниз по ходу следования, создавая автономную систему, которая автоматически генерирует сообщения для PVMS;

- MC (Merge Control) — контроль слияний. Разработано несколько продуктов ИТС для контроля слияния, которые обеспечивают плавный транспортный поток, ведущий в рабочую зону, путем создания динамически непроходной зоны перед строительной площадкой, что приводит к уменьшению конфликтов, уменьшению коллизий и уменьшению «ярости дорог». Установленные на прицепе переносные знаки обычно состоят из мигающих огней и знака «НЕ ПРОЕЗЖАЙТЕ, КОГДА МИГАЕТ». Цель системы состоит в слиянии автомобильного потока на раннем этапе, чтобы предотвратить «резервные копии» потоков машин, которые могут возникнуть при слиянии в последнюю минуту.

В таблице 2 представлены вышеперечисленные системы и модальность сигналов для информирования водителя ТС.

Из таблицы 2 следует, что во всех системах этого класса предусмотрено визуальное информирование водителя ТС, звуковое информирование осуществляется во всех системах, кроме подсистем OOD, RI/MS и MC.

Релевантной информацией будет являться информация, которая критична для водителя в данный момент времени и/или в данной ситуационной обстановке, которая предоставляется:

- RWIS — пиктограммы плохой погоды, которые отображаются на дисплее ТС и дискретные звуковые сигналы;

Таблица 2 — Модальность сигналов, поступающих от ИТС
Table 2 — Modality of signals coming from ITS

ИТС		Информирование водителя ТС	
		визуальное	звуковое
RWIS		+	+
ATIS		+	+
ATMS		+	+
BTM	HWWS	+	+
	OOD	+	—
SWZ		+	+
SWZ	RI/MS	+	—
	MC	+	—

- ATIS — информация, отображаемая на автомобильных информационных системах (предупреждение о неблагоприятных условиях, таких как резкие повороты, влажное дорожное покрытие и т. д.);
- ATMS — информация, предоставляемая навигационными системами ТС и RDMS;
- HWWS — информация, предоставляемая с использованием DMS;
- OOD — информация, предоставляемая динамическими и статическими дорожными знаками и специализированными устройствами контроля высоты;
- SWZ — информация, предоставляемая с использованием PVMSs, Queue Warning и WZIA;
- RI/MS — информация, предоставляемая с использованием PVMS;
- MC — информация, предоставляемая знаками, которые включают мигающие огни и пояснительную надпись к ним.

Информирование водителя с использованием потенциала коммуникационной платформы C-V2X. Предусмотрено информирование водителя в основном двумя способами — визуальным и звуковым, и лишь в некоторых случаях предусмотрено тактильное воздействие. Информирование водителя с использованием C-V2X, основные подсистемы:

- V2V — взаимодействие «ТС — ТС». Предназначена для обеспечения коммуникации между ТС; передаваемая информация с использованием V2V содержит следующие данные: скорость, направление, состояние торможения, местоположение ТС. Дальность действия V2V-сообщений достигает более 300 метров, что позволяет обнаруживать опасные ситуации, которые невозможно заметить из-за плотности движения, рельефа местности или погодных условий. Информирование водителя осуществляется специальными пиктограммами на бортовом компьютере ТС, подачей звуковых сигналов, ведется разработка тактильного информирования водителя, предположительно на рулевом колесе [8];
- V2I — взаимодействие «ТС — инфраструктура». V2I позволяет ТС обмениваться информацией с компонентами, которые поддерживают систему

автомобильных дорог. Такие компоненты включают в себя RFID-считыватели, камеры, светофоры, указатели полосы движения, уличные фонари, указатели и парковочные счетчики. Связь V2I беспроводная и двунаправленная: данные от компонентов инфраструктуры могут быть доставлены в ТС по специальной сети и наоборот. В ИТС датчики V2I могут собирать данные об инфраструктуре и предоставлять путешественникам в режиме реального времени информацию по таким вопросам, как состояние дорог, пробки, аварии, зоны строительства и доступность парковок [9]. Аналогичным образом системы контроля управления движением могут использовать данные, полученные от инфраструктуры и ТС, чтобы устанавливать переменные скоростные ограничения и регулировать фазу и время светофоров (SPaT — Signal Phase and Timing) для увеличения экономии топлива и скорости потока движения. Информирование водителя ТС осуществляется с использованием специальных пиктограмм, отображаемых на бортовом компьютере ТС или мониторе, подачи звуковых сигналов, тактильного воздействия (подача вибрации на педаль или рулевое колесо) [10];

- V2P — взаимодействие «ТС — пешеход». V2P позволяет обмениваться информацией о местонахождении между ТС и пешеходом. Информирование водителя ТС осуществляется с использованием отображения пиктограмм пешехода и пиктограмм действий, например, система, разработанная компанией Honda на основе V2P, может распознавать некоторые действия пешеходов (разговаривает по телефону, переписывается, слушает музыку в наушниках), при опасном сближении отображается надпись «WARNING» на бортовом компьютере ТС или на HUD (Head-Up Display) и осуществляется экстренное торможение. Отображение пиктограмм дублируется короткими звуковыми сигналами [11].

В таблице 3 представлены вышеперечисленные системы и модальность сигналов для информирования водителя ТС.

Из таблицы 3 следует, что все технологии обеспечивают визуальное и звуковое информирование водителя ТС. Тактильное информирование осуществляется в V2I, а для V2V находится в стадии разработки. Релевантной информацией являются все типы оповещения водителя ТС.

Информирование водителя ТС с панели прибор. Информирование водителя ТС с приборной

Таблица 3 — Модальность сигналов, поступающих от C-V2X
Table 3 — Modality of signals coming from C-V2X

C-V2X	Информирование водителя ТС		
	визуальное	звуковое	тактильное
V2V	+	+	+ / —
V2I	+	+	+
V2P	+	+	—

Таблица 4 — Модальность сигналов, поступающих с панели приборов

Table 4 — Modality of signals coming from the dashboard

Щиток приборов	Информирование водителя ТС	
	визуальное	звуковое
Спидометр	+	—
Тахометр	+	—
Одометр	+	—
Указатель уровня топлива	+	—
Указатель температуры охлаждающей жидкости двигателя	+	—
Эконометр	+	—
Контрольные лампы	+	+/-
ЖК-дисплей	+	—

панели (щитка указателей) может осуществляться двумя способами — визуальным и звуковым. Показана информация, предоставляемая водителю с использованием щитка указателей.

Информирование водителя осуществляют следующие приборы: спидометр, тахометр, одометр, указатель уровня топлива, указатель температуры охлаждающей жидкости двигателя, эконометр, контрольные лампы, сигнализаторы, отображаемые на ЖК-дисплее.

В таблице 4 представлены вышеперечисленные приборы и модальность сигналов для информирования водителя ТС.

Релевантной информацией в той или иной степени является информация, поступающая от всех составляющих щитка приборов. Как правило контрольные лампы, обозначенные красным цветом, дублируются звуковым сигналом.

Из таблицы 4 следует, что визуальное информирование водителя осуществляется всеми представленными приборами. Дублирование звуковым сигналом предусмотрено для контрольных ламп, которые осуществляют сигнализацию, о неисправности тормозной системы, давлении масла в системе смазки двигателя.

Заключение. Для развития метода мониторинга восприятия релевантной информации водителем в высокоавтоматизированных ТС и последующего решения проблемы передачи управления водителю в высокоавтоматизированных ТС, когда бортовые системы ТС не могут поддерживать далее беспилотный режим управления, представлена классификация релевантной информации для водителей, поступающей с ADAS, ИТС и панели приборов. В общем случае релевантная информация — это информационное сообщение водителю (может быть различной модальности), значимое в конкретных

условиях движения и предписывающая водителю незамедлительное выполнение соответствующих алгоритмов деятельности или накладывающее требования по выполнению важных конкретных действий в краткосрочной перспективе. Определение временной реакции водителя на поступающую релевантную информацию и последующий ее анализ позволит в режиме реального времени в процессе выполнения алгоритмов деятельности по управлению высокоавтоматизированным ТС без использования дополнительного оборудования вести мониторинг и актуализировать базу данных конкретного водителя, в которой содержатся количественные значения, характеризующие ряд его профессионально важных качеств, в автоматическом режиме с использованием облачных серверов.

Список литературы

1. Савченко, В.В. Проблема передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах: метод мониторинга восприятия семантически бинарной релевантной информации водителем / В.В. Савченко // Механика машин, механизмов и материалов. — 2019. — № 2(47). — С. 14–19.
2. Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence [Electronic resource] // VDI Wissensforum. — Mode of access: <https://www.vdi-wissensforum.de/news/effects-of-adaptive-cruise-control-and-highly-automated-driving/>. — Date of access: 23.04.2020.
3. Савченко, В.В. Методы и средства повышения эффективности функционирования операторов эргатических систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.09 / В.В. Савченко. — СПб., 1991. — 16 с.
4. Савченко, В.В. Методы и средства повышения эффективности функционирования операторов эргатических систем (управление уровнем бодрствования, контроль восприятия релевантной информации оператором, алгоритмы повышения эффективности деятельности операторов прецизионных производств) / В.В. Савченко. — Минск: ИТК, 1992. — 46 с. — (Препринт / Ин-т техн. кибернетики АН Беларуси; № 16).
5. Устройство контроля функционального состояния человека-оператора: пат. RU 2020871 / Г.Г. Маньшин, В.В. Савченко, Н.Н. Шуневич, О.А. Семенов, Д.А. Бендерский. — Оpubл. 15.10.1994.
6. Савченко, В.В. Методы и средства повышения эффективности функционирования операторов транспортных систем «человек — машина» / В.В. Савченко // Вес. НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. — 2005. — № 2. — С. 29–37.
7. Advanced Traffic Management Systems // Ontario Traffic Manual. — 2007. — No. 19. — 148 p.
8. Vehicle-to-Vehicle Communication [Electronic resource] // NHTSA. — Mode of access: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/vehicle-vehicle-communication>. — Date of access: 23.04.2020.
9. Vehicle-to-Infrastructure (V2I or v2i) [Electronic resource] // WhatIs.com. — Mode of access: <https://whatis.techtarget.com/definition/vehicle-to-infrastructure-V2I-or-V2X>. — Date of access: 23.04.2020.
10. Definition of necessary vehicle and infrastructure systems for Automated Driving (SMART 2010/0064) [Electronic resource] // European Commission. — Mode of access: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-necessary-vehicle-and-infrastructure-systems-automated-driving-smart-20100064>. — Date of access: 23.04.2020.
11. Honda V2P Overview: Video recording [Electronic resource] // Qualcomm. — June 16, 2015. — Mode of access: <https://www.qualcomm.com/videos/honda-v2p-overview>. — Date of access: 23.04.2020.

SAVCHENKO Vladimir V., Ph. D. in Eng.

Chief of the R&D Center “Onboard control systems of mobile machines”¹

E-mail: uus@tut.by

LITAROVICH Veranika V.

Junior Researcher¹

E-mail: veronika.litarovich@gmail.com

¹Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Received 11 May 2020.

CLASSIFICATION OF RELEVANT INFORMATION FOR DRIVERS IN HIGHLY AUTOMATED VEHICLES

The search for ways to solve the problem of transferring control to the driver in highly automated vehicles involves the development of new methods and adaptation of the known ones for this purpose. The development of the method of monitoring the perception of semantically binary relevant information by the driver implies the identification of sources of significant information and classification of relevant information for drivers coming from ADAS, ITS and the dashboard. Determination of the driver's temporal response to the incoming relevant information and its subsequent analysis will allow in real time, during the execution of the algorithms of the activity on the management of the highly automated vehicle, without using the additional equipment, to monitor and update the particular driver's database containing quantitative values that characterize a number of its professionally important qualities, in automatic mode, with the use of cloud servers. The obtained results are focused on the solution of the problem of control transfer to the driver in highly automated vehicles, when the vehicle's onboard systems cannot support further “unmanned” mode of control and the vehicle is not within a specific operational design domain.

Keywords: ADAS, highly automated vehicles, operational design domain, individual features of the driver, transfer of control to the driver, professionally important qualities, semantically binary relevant information, traffic situation along the route

DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2020-3-52-27-33>

References

1. Savchenko V.V. Problema peredachi upravleniya voditel'yu v vysokoavtomatizirovannykh transportnykh sredstvakh: metod monitoringa vospriyatiya semanticheskii binarnoy relevantnoy informatsii voditelem [Problem of transferring control to driver in highly automated vehicles: method for monitoring perception of semantically binary relevant information by driver]. *Mechanics of machines, mechanisms and materials*, 2019, no. 2(47), pp. 14–19 (in Russ.).
2. De Winter J.C.F., Happee R., H. Martens M.H., Stanton N.A. *Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence*. Available at: <https://www.vdi-wissensforum.de/news/effects-of-adaptive-cruise-control-and-highly-automated-driving/> (accessed 23 April 2020).
3. Savchenko V.V. *Metody i sredstva povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya operatorov ergaticheskikh sistem*. Diss. kand. tekhn. nauk [Methods and means of improving the efficiency of operators of ergatic systems. Extended Abstract of Ph. D. Thesis]. Saint Petersburg, 1991. 16 p. (in Russ.).
4. Savchenko V.V. *Metody i sredstva povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya operatorov ergaticheskikh sistem (upravlenie urovнем bodrstvovaniya, kontrol vospriyatiya relevantnoy informatsii operatorom, algoritmy povysheniya effektivnosti deyatelnosti operatorov pretsizionnykh proizvodstv)*. Diss. kand. tekhn. nauk [Methods and means of improving the efficiency of operators of ergatic systems (controlling the level of wakefulness, controlling perception of relevant information by the operator, algorithms of increase of activity efficiency of operators of precise manufacturing)]. Ph. D. Thesis]. Minsk, 1992. 46 p. (Preprint, no. 16, Institut tekhnicheskoy kibernetiki AN Belarusi Publ.) (in Russ.).
5. Manshin G.G., Savchenko V.V., Shunovich N.N., Semenov O.A., Benderskiy D.A. *Ustroystvo kontrolya funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka-operatora* [Device for monitoring the functional state of the human operator]. Patent RF, no. 2020871, 1994 (in Russ.).
6. Savchenko V.V. *Metody i sredstva povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya operatorov transportnykh sistem “chelovek — mashina”* [Methods and means of increasing of functioning operator's efficiency of transportation systems “man — machine”]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-Technical Series*, 2005, no. 2, pp. 29–37 (in Russ.).
7. *Advanced Traffic Management Systems. Ontario Traffic Manual. Book 19*. Ontario, 2007. 148 p.
8. *Vehicle-to-Vehicle Communication*. Available at: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/vehicle-vehicle-communication> (accessed 23 April 2020).
9. *Vehicle-to-Infrastructure (V2I or v2i)*. Available at: <https://whatis.techtarget.com/definition/vehicle-to-infrastructure-V2I-or-V2X> (accessed 23 April 2020).
10. *Definition of necessary vehicle and infrastructure systems for Automated Driving*. Available at: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-necessary-vehicle-and-infrastructure-systems-automated-driving-smart-20100064> (accessed 23 April 2020).
11. *Honda V2P Overview*. Available at: <https://www.qualcomm.com/videos/honda-v2p-overview> (accessed 23 April 2020).