

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 629.113.06+612.821+612.76

Литарович
Вероника Витальевна

Исследование информационных потоков в системах человек-машина: теория,
практические результаты и рекомендации

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание академической степени
магистра техники и технологии

1-59 81 01 – Управление безопасностью производственных процессов

Магистрант В.В. Литарович

Научный руководитель
В.В. Савченко, кандидат
технических наук, доцент

Заведующий кафедрой ИПиЭ
К.Д. Яшин, кандидат
технических наук, доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире возрастает количество используемых транспортных средств. Что негативно сказывается на качестве дорожного движения: возрастает количество заторов на дорогах, ухудшается качество воздуха из-за выхлопов в окружающую среду, происходят дорожно-транспортные происшествия. Несмотря на все это человек не готов в полной мере отказаться от использования транспортных средств. Поэтому транспортная политика многих стран, на данный момент, направлена на минимизирование, а в некоторых случаях на полное устранение последствий связанных с использованием автомобилей. Производители автомобилей также совершенствуют свою продукцию для повышения безопасности и удобства дорожного движения, как со стороны владельца транспортного средства, так и со стороны окружающей среды.

Разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем позволяет повысить безопасность дорожного движения, а также снизить влияние негативных последствий при помощи информационных и коммуникационных технологий. Созданная инфраструктура, в рамках интеллектуальных транспортных систем, предоставляет возможность коммуникации между транспортными средствами и окружающей их средой, что значительно повышает информативность о ситуациях на дорогах всех участников дорожного движения.

Со стороны транспортных средств, параллельно с развитием интеллектуальных транспортных систем, развивается направление, которое носит название подключенные автомобили. Данные транспортные средства оснащены технологиями, которые дают возможность более легкого внедрения и коммуникации с интеллектуальными транспортными системами. Использование этих технологий позволяет увеличить безопасность дорожного движения и минимизировать, а в некоторых случаях предотвратить, негативные последствия от использования транспортных средств.

Тесное взаимодействие технологий интеллектуальных транспортных систем и подключенных автомобилей между собой приводит к тому, что дорожное движение становится более безопасным и удобным для всех его участников.

Актуальность обусловлена необходимостью анализа информационных потоков в интеллектуальных транспортных системах, высокоавтоматизированных и подключенных автомобилях.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель магистерской диссертации: исследование информационных потоков в системе «человек-машина».

Объект исследования: система «человек-машина» на автомобильном транспорте. Предмет исследования: информационные потоки в данной системе.

Задачи исследования:

1 Провести анализ информационных потоков в интеллектуальных транспортных системах, высокоавтоматизированных и подключенных автомобилях.

2 Провести сравнительный анализ критериев, определяющих факт аварии и анализ экспериментальных данных, характеризующих динамику изменения функционального состояния водителя, разработать алгоритм определения пространственного положения транспортного средства после аварии.

3 Провести классификацию семантически бинарной релевантной информации для водителей в высокоавтоматизированных автомобилях.

4 Дать рекомендации по применению полученных результатов исследования.

Тематика магистерской диссертации соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь (7. Системы и комплексы машин) и приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь (промышленные и строительные технологии и производство: производство автомобильной, карьерной, железнодорожной, дорожной, специальной техники и дизельных двигателей для нее).

Личный вклад магистранта: проведен анализ экспериментальных данных, характеризующих динамику изменения функционального состояния водителя при различной интенсивности выполняемых алгоритмов деятельности; выполнен сравнительный анализ критериев, определяющих факт аварии; разработаны алгоритмы и критерии определения пространственного положения транспортного средства после аварии; выполнена классификация семантически бинарной релевантной информации для водителей в высокоавтоматизированных автомобилях.

По теме исследования были опубликованы доклады на 54-ой и 55-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, в сборниках научных трудов «Актуальные вопросы машиноведения» 2017 и 2018 годов (сборник включен ВАК РБ в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами.

Реализация ИТС в различных странах отличается, но базовые моменты остаются одинаковыми. Далее рассмотрена иерархическая структура ИТС, какие слои она содержит и для чего необходим каждый слой. На рисунке 1 представлена основная схема иерархической структуры ИТС.

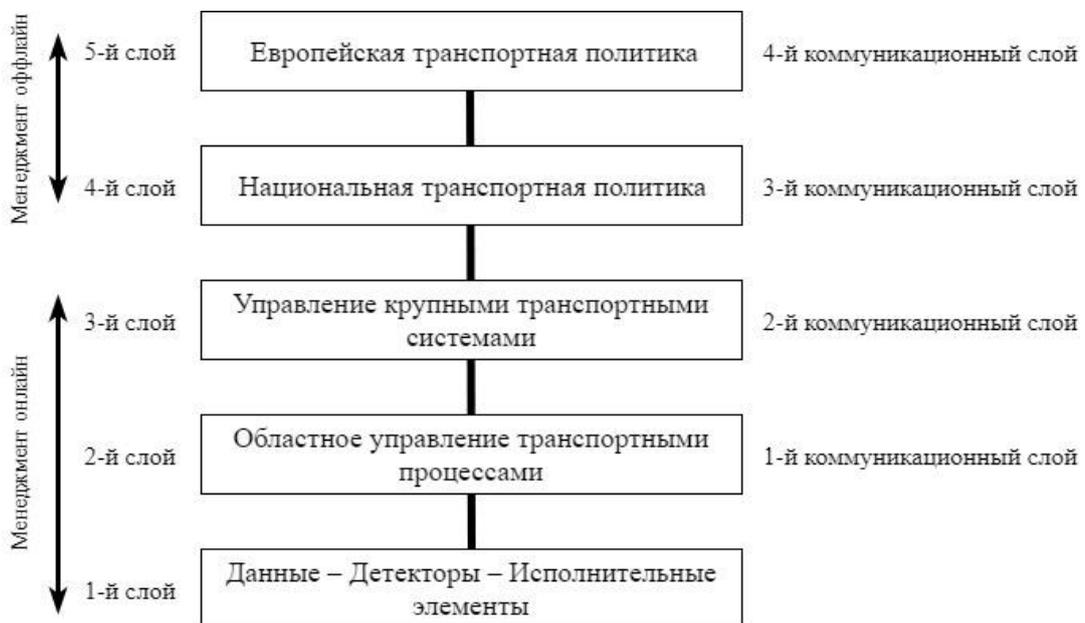


Рисунок 1 – Иерархическая структура информационной архитектуры ИТС

В иерархической структуре насчитывается 5 слоев тесно связанных друг с другом. Коммуникационная среда между первым и вторым слоем предъявляет жесткие требования к надежности, доступности и защите передачи информации. В первом коммуникационном слое передается наибольшее количество информации. По мере того как идет передвижение по слоям вверх происходит уменьшение передаваемых данных и, следовательно, снижаются требования к параметрам передачи информации.

Термин «подключенные и автоматизированные транспортные средства» может относиться к различным технологиям транспортных средств, которые в настоящее время применяются для повышения качества поездок. Данные

технологии могут работать на уровне транспортного средства, транспортной системы либо на двух уровнях сразу.

Подходы к технологии автоматизированных и подключенных транспортных средств могут быть идентифицированы в трех категориях: интеллектуальные транспортные системы, автоматизированные системы транспортных средств и подключенные системы транспортных средств.

Существуют различные уровни автоматизации транспортных средств, которые определены и классифицированы в SAE International в документе J3016 – «Таксономия и определение терминов, связанных с системами автоматизации вождения для дорожных транспортных средств». На данный момент невозможно описать тесты, которые могут быть применены к системе автоматического вождения для проверки уровня автоматизации. Поэтому в документе описываются отношения между водителем и автоматизированной системой вождения как определено производителем. На рисунке 2 представлены уровни автоматизации, которые определяет SAE.

Уровни автоматизации	Название режима	Описание режима	Выполнение рулевого управления и торможения/ускорения	Мониторинг дорожной обстановки	Управление ТС в экстренных случаях	Возможности системы (режимы вождения)
Водитель отслеживает условия вождения						
0	Нет автоматизации	Постоянная работа водителя по всем аспектам задачи динамического вождения, даже если она улучшена системами предупреждения или вмешательства	Водитель	Водитель	Водитель	-
1	Помощь водителю	Выполнение конкретных режимов вождения системой помощи водителю, обеспечивающей либо рулевое управление, либо ускорение / торможение с использованием информации об окружающей среде вождения и с расчетом на то, что водитель выполнит все остальные аспекты задачи динамического вождения	Водитель и система	Водитель	Водитель	Некоторые режимы вождения
2	Частичная автоматизация	Выполнение одной или несколькими системами помощи водителю конкретных режимов вождения, как в рулевом управлении, так и в ускорении / торможении с использованием информации об условиях вождения и с учетом того, что водитель выполняет все остальные аспекты задачи динамического вождения	Система	Водитель	Водитель	Некоторые режимы вождения
Автоматизированная система вождения отслеживает условия вождения						
3	Условная автоматизация	Выполнение всех аспектов задачи динамического вождения, с учетом особенностей конкретного режима движения, с помощью автоматизированной системы вождения с расчетом на то, что водитель соответствующим образом ответит на запрос о вмешательстве	Система	Система	Водитель	Некоторые режимы вождения
4	Высокая автоматизация	Выполнение всех аспектов задачи динамического вождения, с учетом особенностей конкретного режима движения, с помощью автоматизированной системы вождения, даже если водитель не отвечает соответствующим образом на запрос о вмешательстве	Система	Система	Система	Некоторые режимы вождения
5	Полная автоматизация	Постоянная работа автоматизированной системы вождения по всем аспектам задачи динамического вождения при любых дорожных условиях и условиях окружающей среды, которыми может управлять водитель	Система	Система	Система	Все режимы вождения

Рисунок 2 – Уровни автоматизации по классификации SAE

В рамках принятого документа верхние уровни от третьего до пятого отличаются от нижних тем что система автоматизации выполняет всю задачу по динамическому вождению. Данные уровни автоматизации привлекают к

себе достаточно много внимания из-за того, что они подразумевают то что водитель, не контролирует движение транспортного средства в режиме реального времени.

Коммуникационные технологии ИТС. V2X позволяет связываться транспортному средству со всеми составляющими ИТС. На сегодняшний день со стороны стандартов существует несколько технологий в поддержке V2X: DSRC (dedicated short-range communication) на основе IEEE 802.11p и сотовая связь (LTE – long-term evolution и вскоре 5G). Существует еще один вариант – глобальная сеть с низким энергопотреблением (LPWAN – low-power wide-area network), которая применяется в особых случаях V2I (vehicle-to-infrastructure) связи, таких как интеллектуальная городская парковка.

Со стороны C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything) на данный момент во многих странах проходят испытания на основе 5G технологии и смешанной технологии 5G-LTE. По сравнению с LTE технология 5G предлагает более высокую скорость передачи данных и площадь покрытия также данная технология позволяет уменьшить задержки в передаче данных.

Развитие и внедрение V2X позволяет:

1 Повысить безопасность транспортных средств (оптимизация транспортных потоков, снижение перегрузок, защита от угроз и потенциальное снижение числа нарушений правил дорожного движения).

2 На базе 5G технологии экономить капитальные и эксплуатационные расходы (городская транспортная система может собирать данные в реальном времени, анализировать схему движения и применять детерминированные алгоритмы заторов для лучшего управления дорогами и улучшения планирования инфраструктуры).

3 Сохранять окружающую среду (уменьшение количества пробок, которые увеличивают загрязнение. Координация между транспортными средствами и инфраструктурой также позволит уменьшить ненужное торможение и остановку на перекрестках, тем самым еще больше сократив потребление топлива и выбросы в окружающую среду).

Коммуникационные технологии подключенных автомобилей. В основном подключенные функции условно можно разделить на пять категорий: безопасность; навигация; информирование и развлечение; диагностика; платежи. Для осуществления коммуникации по всем категориям необходимо использовать специальные технологии, которые входят в состав V2X. К таким технологиям относятся V2I (Vehicle-to-Infrastructure), V2V (Vehicle-to-Vehicle), V2P (Vehicle-to-Pedestrian), V2D (Vehicle-to-Device), V2G (Vehicle-to-Grid), V2N (Vehicle-to-Network). На рисунке 3 показаны все составляющие V2X.

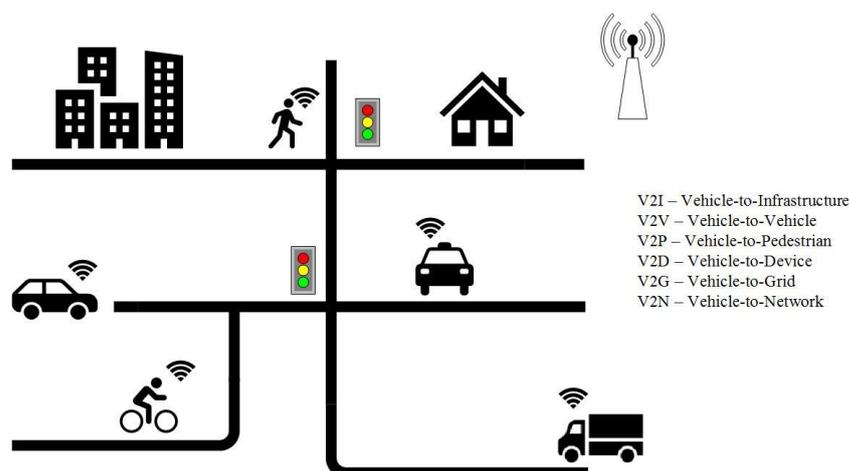


Рисунок 3 – V2X технологии

Сравнительный анализ критериев, определяющих факт аварии ТС.
 Во всем мире активно ведется разработка и внедрение систем экстренного реагирования при авариях. Одной из основных функций данных систем является определение момента аварии транспортного средства. В Европейском Союзе система экстренного реагирования при авариях носит название eCALL. На рисунке 4 представлено схематически действие системы eCALL.

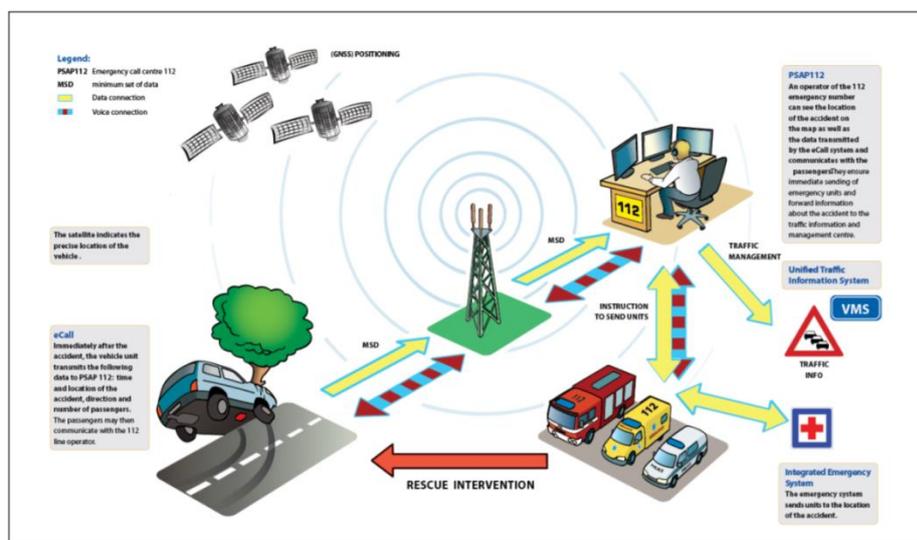


Рисунок 4 – Система eCALL

В Российской Федерации система экстренного реагирования при авариях носит название ЭРА-ГЛОНАСС. Определение момента аварии осуществляется при помощи датчика ДТП, установленного в транспортном средстве. На рисунке 5 представлена схема работы системы ЭРА-ГЛОНАСС.

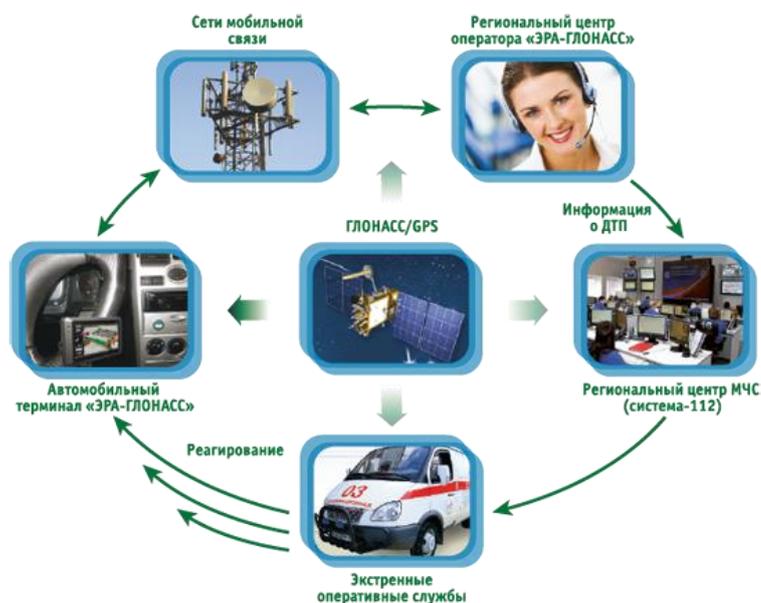


Рисунок 5 – Схема работы ЭРА-ГЛОНАСС

Ни Европейская, ни Российская системы экстренного реагирования не могут определять в каком положении находиться ТС после момента аварии. При использовании этих двух систем, по приезду на место происшествия службы экстренного реагирования будут вынуждены тратить время на обследование места и ТС, а также на составление плана по ликвидации более серьезных последствий и спасению жизней. Разработка дополнительных критериев по определению пространственного положения ТС дает дополнительную информацию о состоянии ТС, что позволяет снизить количество затраченного времени на оказание помощи.

С учетом формул расчета значений углов отклонения можно выделить следующие дополнительные критерии определения пространственного положения ТС:

1 Зафиксирован угол отклонения от осей X и Y транспортное средство занесло.

2 Зафиксирован угол отклонения от осей X и Z транспортное средство находится в положении наклона.

3 Зафиксирован угол отклонения от осей X и Y (ТС занесло) и отклонение по оси Z (ТС съехало в кювет):

- все углы вернулись в значение 0 (ТС стало в горизонтальное положение);
- угол отклонения от оси Z и X остался (ТС при съезде в кювет остановилось в положении наклона).

При комбинировании методов определения угла отклонения и скачка ускорения получим следующие дополнительные критерии определения пространственного положения ТС:

1 Зафиксирован скачек ускорения и угол отклонения от осей X и Y (произошло столкновение ТС, и оно ушло в занос) и не наблюдается угол отклонения от оси Z (ТС осталось в горизонтальном положении).

2 Зафиксирован скачек ускорения и угол отклонения от осей X и Y (произошло столкновение ТС, и оно ушло в занос) и наблюдается угол отклонения от оси Z (ТС съехало в кювет):

– все углы вернулись в значение 0 (ТС приняло горизонтальное положение);

– угол отклонения от осей Z и X остался (ТС при съезде в кювет остановилось в положении наклона).

Классификация семантически бинарной релевантной информации для водителей в высокоавтоматизированных автомобилях. Системы ассистенты водителя (ADAS) – это система, в которой само транспортное средство захватывает окружающую информацию, для обеспечения безопасности и комфорта водителя, точно отображает и предупреждает водителя, заменяет водителя. Это общий термин для функций, которые поддерживают вождение, например, управление автомобилем. Информирование водителя может осуществляться тремя способами оповещения: визуальным, звуковым и тактильным.

Визуальное информирование водителя транспортного средства осуществляется с использованием одного из перечисленных методов. Информирование с помощью: специальных пиктограмм, отображаемых на цифровом дисплее транспортного средства или специально установленной системы; информации выводимой на цифровой дисплей ТС; подсвечивания индикаторов, которые расположены на боковых зеркалах либо на зеркале заднего вида; мигания специальной сигнальной лампы, установленной на приборной панели ТС; отображения информации на лобовом стекле ТС в зоне видимости водителя.

Звуковое информирование водителя осуществляется при помощи подачи звукового сигнала или множества коротких звуковых сигналов высокой частотности.

Тактильное информирование водителя осуществляется при помощи механизма вибрации, установленного в рулевом колесе или под сиденьем водителя транспортного средства.

В таблице 1 представлены системы ADAS и их способы информирования водителя транспортного средства. В таблице присутствуют следующие обозначения «+», «-», «+/-». Знаком «+» отмечены способы информирования,

которые может подавать система. Знаком «←» отмечены способы информирования, которые не предусмотрены для системы. Знаком «+/-» отмечены способы информирования для системы, которые можно встретить у некоторых производителей, но они отсутствуют у других.

Таблица 1 – Способы информирования водителя ТС

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

Семантически бинарными релевантными сообщениями в той или иной степени являются сообщения, которые поступают от всех представленных систем. Поскольку все системы, кроме NV (нет данных по системе), имеют CAN-шину, технически не сложно всем информационным сообщениям придать статус семантически бинарных.

Системы, входящие в состав ИТС и осуществляющие информирование водителя ТС. Информирование водителя может осуществляться в этом случае двумя способами – визуальным и звуковым.

В таблице 2 представлены системы ИТС и их способы информирования водителя транспортного средства. В таблице присутствуют следующие обозначения «+» и «←». Знаком «+» отмечены способы информирования, предоставляемые системой. Знаком «←» отмечены способы информирования, которые не предусмотрены для системы.

Таблица 2 – Способы информирования водителя ТС

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

Семантически бинарной релевантной информацией будет являться информация, которая предоставляется:

1 RWIS – пиктограммы плохой погоды, которые отображаются на дисплее ТС и дискретные звуковые сигналы.

2 ATIS – информация отображаемая на автомобильных информационных системах (предупреждение о неблагоприятных условиях, таких как резкие повороты, влажное дорожное покрытие и т.д.).

3 ATMS – информация предоставляемая навигационными системами ТС и RDMS.

4 HWWS – информация предоставляемая при помощи DMS.

5 OOD – информация предоставляемая динамическими и статическими дорожными знаками и специализированными устройствами контроля высоты.

6 SWZ – информация предоставляемая при помощи PVMSs, Queue Warning и WZIA.

7 RI/MS – информация предоставляемая при помощи PVMS.

8 MC – информация предоставляемая знаками, которые включают мигающие огни и пояснительную надпись к ним.

Информирование водителя с использованием C-V2X. Предусмотрено информирование водителя в основном двумя способами – визуальным и звуковым, но в некоторых случаях предусмотрено тактильное информирование.

В таблице 3 представлены способы информирования водителя транспортного средства. В таблице присутствуют следующие обозначения «+», «–», «+/-». Знаком «+» отмечены способы информирования, которые осуществляются с использованием коммуникационных технологий. Знаком «–» отмечены способы информирования, которые не осуществляются. Знаком «+/-» отмечены способы информирования, которые находятся в стадии разработки.

Таблица 3 – Способы информирования водителя ТС

C-V2X	Информирование водителя ТС		
	визуальное	звуковое	тактильное
V2V	+	+	+/-
V2I	+	+	+
V2P	+	+	-
V2D	+	+	-

Из таблицы 4.3 видно, что все технологии обеспечивают визуальное и звуковое информирование водителя ТС. Тактильное информирование осуществляет V2I, а для V2V находится в стадии разработки.

Семантически бинарной релевантной информацией являются все типы оповещения водителя транспортного средства.

Информирование водителя ТС с использованием панели приборов (щитка указателей). Информирование водителя транспортного средства с использованием приборной панели может осуществляться двумя способами – визуальным и звуковым.

В таблице 4 представлены приборы и их способы информирования водителя транспортного средства. В таблице присутствуют следующие обозначения «+», «-» и «+/-». Знаком «+» отмечены способы информирования, предоставляемые системой. Знаком «-» отмечены способы информирования, которые не предусмотрены для системы. Знаком «+/-» отмечены способы информирования, которые присутствуют не во всех составляющих, входящих в конкретную группу приборов.

Таблица 4 – Способы информирования водителя ТС

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

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

Семантически бинарной релевантной информацией в той или иной степени является информация, поступающая от всех составляющих щитка приборов.

Рекомендации по применению полученных в магистерской диссертации результатов исследования:

1 Полученные результаты в ходе сравнительного анализа критериев, определяющих факт аварии необходимо использовать для развития функционала систем экстренного реагирования.

2 Разработанный алгоритм определения пространственного положения ТС после аварии необходимо использовать для усовершенствования действующих либо создания новых систем экстренного реагирования.

3 Классификацию семантически бинарной релевантной информации необходимо использовать для создания индивидуальных профилей работоспособности водителей ТС и решения задачи передачи управления водителю в высокоавтоматизированных автомобилях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие интеллектуальных транспортных систем в настоящее время является одним из главных направлений в осуществлении транспортной политики практически во всем мире. Внедрение технологий ИТС повышает уровень безопасности дорожного движения, разгружая транспортные потоки и обеспечивая более высокую информативность участников дорожного движения. В свою очередь развитие подключенных автомобилей увеличивает степень коммуникации между транспортным средством и инфраструктурой, созданной ИТС. Это приводит к тому, что возникает множество новых технологий, по которым передается информация и осуществляется коммуникация между элементами ИТС и транспортным средством. Внедрение в транспортные средства ADAS, позволяет увеличить степень автоматизации и безопасность эксплуатации транспортных средств.

Все три направления тесно связаны между собой с использованием межсистемной коммуникации. Например, ADAS «отслеживают», в автоматическом режиме, изменение дорожной ситуации и взаимодействуют с транспортным средством, информируя водителя; информация, поступающая от инфраструктуры ИТС может осуществлять информирование водителя о пробках, аварийных ситуациях, характеристиках магистрали и т.д.

Развитие коммуникации между составляющими ИТС и подключенными автомобилями помогает повысить уровень безопасности и пропускную способность автомагистралей. Это происходит вследствие того, что водитель транспортного средства получает больше информации от инфраструктуры, которую предоставляет ИТС, и, следовательно, имеет большее представление об окружающей обстановке и транспортной ситуации, и может заранее предпринять какие-либо действия (сменить маршрут, снизить скорость и т.д.).

Одним из отчетливо выраженных трендов развития автотранспортных средств в настоящее время является разработка и использование бортовых интеллектуальных систем и комплексов, интегрированных с ИТС, с основным функционалом повышение эффективности функционирования. Интеграция помощников водителя (ADAS) с бортовыми системами транспортных средств рассматривается как промежуточная стадия достижения полной автономности движения транспортных средств. Однако известно, что возрастающий уровень автоматизации управления транспортным средством приведет к росту монотонных фрагментов в алгоритмах деятельности водителя, что в свою очередь будет приводить к неготовности водителя к выполнению экстренных алгоритмов деятельности и как следствие, снижению надежности функционирования транспортных средств на этой стадии. Задача мониторинга

функционального состояния водителя остается актуальной задачей до достижения полной автономности движения транспортных средств. Решение задачи мониторинга и поддержания функционального состояния водителя в состоянии готовности к экстренному действию, с обработкой данных в реальном масштабе времени и непосредственно во время выполнения алгоритмов деятельности, будет эффективно способствовать уменьшению общей аварийности на дорогах наряду с использованием классических систем активной безопасности.

Несмотря на применение различных систем предупреждения аварий, количество происходящих ДТП на сегодняшний день остается на достаточно высоком уровне. Вследствие чего возникает необходимость не только в предупреждении, но и в уменьшении последствий, которые могут возникнуть в результате ДТП.

В связи с этим во всем мире активно ведется разработка систем экстренного реагирования при дорожно-транспортных происшествиях, которые определяют момент аварии и предоставляют данные о транспортном средстве и месте аварии в экстренные службы, благодаря этому значительно снижается время прибытия помощи на место происшествия, тем самым уменьшается риск смертельных исходов.

Разработка критериев определения пространственного положения ТС дает дополнительную информацию о транспортном средстве и о его положении после момента аварии, исходя из этой информации службы экстренного реагирования, прибывшие к месту ДТП, сразу могут приступить к спасению людей, что значительно повышает шансы на спасение жизни и помогает снизить количество смертельных исходов в результате дорожно-транспортных происшествий.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 – А. Литарович, В.В. Анализ экспериментальных данных, характеризующих динамику изменения функционального состояния водителя при различной интенсивности выполняемых алгоритмов деятельности / В.В. Литарович, В.В. Савченко // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – 2017. – Вып. 6. – С. 118–121.

2 – А. Литарович, В.В. Разработка критериев по определению пространственного положения транспортного средства после аварии / В.В. Литарович, Е.В. Мыльников, М.А. Чернин // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – 2018. – Вып. 7. – С. 102–105.

3 – А. Литарович, В.В. Информационные потоки в системе «человек-машина» / В.В. Литарович // Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем: сборник тезисов 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 23–27 апреля 2018 года) / отв. ред. Раднёнок А. Л. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 315-316.

4 – А. Литарович, В.В. Информационные потоки в системе «человек-машина»: V2X связь / В.В. Литарович // Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем: сборник тезисов 55 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 23–27 апреля 2019 года) / отв. ред. Раднёнок А. Л. – Минск : БГУИР, 2019.