

УДК 629.331

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.М. Иванов, д.т.н., проф. / А.Н. Солнцев, к.т.н., проф.
МАДИ

ВВЕДЕНИЕ

Создание новых технологий, их развитие и воплощение в коммерческих продуктах — процесс непрерывный и закономерный. Без появления новых технологий остановился бы технический прогресс, а рыночную экономику ждал бы неминуемый коллапс. Однако каждая из новых разработок имеет свои особенности и определенный потенциал. Если одна в состоянии лишь незначительно улучшить существующие решения, то другая способна совершить настоящий переворот в той или иной отрасли.

В области наземного транспорта наиболее перспективным направлением научных исследований в мире является разработка интеллектуальных транспортных систем (ИТС) (Intelligent Transport System — ITS), которые обеспечивают возможность интеллектуального взаимодействия с единичными дорожными транспортными средствами, либо с транспортным потоком, посредством информационных и коммуникационных технологий, а также транспортно-дорожной инфраструктуры. Целью таких разработок является: повышение эффективности использования наземного транспорта, удовлет-

ворение социального спроса на выполнение транспортной работы, повышение безопасности движения, снижение нагрузки на окружающую среду, сохранение дорожного полотна.

Одной из наиболее важных и перспективных задач развития транспортной системы России является обеспечение максимальной эффективности функционирования транспортно-дорожного комплекса страны путем повышения качества удовлетворения потребностей экономики и населения в безопасных и эффективных транспортных услугах. Реализация задачи обеспечения требуемой мобильности населения возможна за счет внедрения технологий организационного управления транспортной системой с использованием современных информационно-телекоммуникационных и телематических* технологий. При этом в систему управления входят как дорожно-транспортная инфраструктура, так и многообразие транспортных средств, имеющих различные характеристики, разные транспортные задачи и оперативный статус на дороге.

Важным качеством ИТС является изменение статуса

транспортной единицы от независимого, самостоятельного и, в значительной степени, непредсказуемого субъекта дорожного движения, в сторону «активного», предсказуемого субъекта транспортно-информационного пространства. Оперативной задачей ИТС является осуществление и поддержка возможности автоматизированного и автоматического взаимодействия всех транспортных субъектов в реальном масштабе времени на адаптивных принципах.

Наиболее важную роль в решении вопросов развития ИТС играет наличие четкого нормативно-правового и технического регулирования требований к трем базовым сегментам интеллектуальных систем: к развитию бортовых интеллектуальных элементов, к развитию принципов и правил телематического взаимодействия транспортных средств между собой и с дорожной инфраструктурой, а также к соответствующему развитию дорожной информационной инфраструктуры ИТС. Данная деятельность должна быть предметом четкого государственного регулирования. В силу этого, все основные вопросы развития требований к элемент-

* Телематика — управление удаленными объектами

ной базе ИТС для обеспечения выполнения всех оптимизационных задач должны решаться и контролироваться соответствующим государственным органом. В частности, это вопросы развития технических требований к телематическому оснащению транспортных средств в рамках ИТС.

В настоящее время основным фактором, сдерживающим практическую реализацию интел-

лектуального взаимодействия наземных дорожных транспортно-технологических средств между собой и с транспортно-дорожной инфраструктурой, является отсутствие требований к системам подобного рода и стандартов, регламентирующих их взаимодействие.

В Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ)

в течение ряда лет проводятся работы по исследованию бортовых ИТС, а также принципов управления транспортной системой с использованием современных информационно-телекоммуникационных и телематических технологий. В данной статье основное внимание уделено бортовым ИТС, их классификации и перспективам внедрения в России.

КЛАССИФИКАЦИЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Основная концепция интеллектуального транспортного средства заключается в его способности постоянно контролировать действия водителя, автомобиль и окружающую среду, и помогать водителю наиболее эффективно и безопасно управлять автомобилем в наиболее сложных ситуациях. Речь идет, по существу, о помощнике («втором водителе»), помогающем водителю управлять автомобилем.

В восьмидесятых годах основное внимание было сосредоточено на совершенствовании технических возможностей автомобиля, в настоящее время большое внимание уделяется проблеме управления автомобилем водителем. Развитие интеллектуальных транспортных средств было вызвано двумя амбициозными проектами: DARPA (Autonomous Land Vehicle in USA) и PROMETHEUS (Programmable for all European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety in Europe).

Эти программы подтвердили возможность практического внедрения интеллектуальных систем

в автомобилях, однако одновременно было установлено, что современный технический уровень не позволяет реализовать серийное производство таких систем, так как цена их оказалась слишком высокой для коммерческой реализации. В настоящее время ситуация изменилась; развитие автомобильной промышленности и достаточно низкая стоимость средств вычислительной техники позволяют реализовать прежние проекты.

Современные транспортные средства (ТС) являются высокотехнологичными системами, в конструкции которых используется большое количество электроники, надежность которой стала достаточно высокой, зачастую превышающей надежность механических систем. Например, первые серийные антиблокировочные системы (ABS) производства Bosch имели массу до 6,5 Кг, а количество электронных элементов превышало 140 единиц. Современные системы ABS имеют массу порядка 1,5 Кг, а электронная база состоит из десятка элементов.

Электронные системы транспортных средств сегодня, в основном, выполняют функцию «закрытых» систем, получая информацию от различных датчиков ТС, анализируя ее с помощью соответствующих программ и вырабатывая в электронном блоке управления (ЭБУ) соответствующие команды исполнительным устройствам, с целью повышения безопасности движения, удобства управления, повышения эффективности транспортного средства и снижения нагрузки на окружающую среду. Вместе с тем, сигналы от некоторых систем могут быть использованы, как «открытые» — для передачи их во внешнюю среду: информационным центрам, дорожно-транспортной инфраструктуре и другим участникам движения. ТС может не только передавать информацию от внутренних систем, но и получать ее от внешних источников, а также использовать ее для более безопасного и эффективного и даже автоматического управления. Рассмотрим возможную структуру бортовых систем автотранспортного средства.

СТРУКТУРА СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Системы управления автомобилем:

Подсистема получения информации:

- от датчиков автотранспортного средства (АТС) (закрытые);
- от датчиков и внешних источников «автомобиль-инфраструктура» (V2I)¹, «автомобиль-автомобиль» (V2V)²;

Подсистема обработки информации;

Подсистема автоматического управления автомобилем.

Системы информации водителя:

Подсистема получения информации:

- от датчиков автотранспортного средства (закрытые);
- от датчиков и внешних источников «автомобиль-инфраструктура» (V2I), «автомобиль-автомобиль» (V2V);

Подсистема обработки информации;

Подсистема отображения информации для водителя.

Системы сбора и передачи информации:

Подсистема получения информации:

- от датчиков автотранспортного средства (закрытые);
- от датчиков и внешних источников «автомобиль-инфраструктура» (V2I), «автомобиль-автомобиль» (V2V);

Подсистема хранения информации;

Подсистема передачи информации внешним потребителям «автомобиль-инфраструктура» (V2I), «автомобиль-автомобиль» (V2V).

БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Системы управления автомобилем

• *Антиблокировочная система тормозов — ABS (Anti-lock Braking System):*

Система повышает устойчивость при торможении, обеспечивает возможность изменения траектории при торможении и в некоторых случаях уменьшает тормозной путь (на скользких дорожных покрытиях до 10-15%). Может служить источником информации о скорости автомобиля, состоянии дорожного покрытия.

• *Противобуксовочная система — ASR (Automatic/Anti Slip Regulation), ATC (Automatic Traction Control), ETS (Electronic Traction Control) или DTC (Dynamic Traction Control):*

Улучшает процесс движения на скользких дорогах, снижая буксование колес. Может служить источником информации о состоянии дорожного покрытия.

• *Система стабилизации движения (система поддержания*

курсовой устойчивости) — ESP (Electronic Stability Program), ESC (Electronic Stability Control), DSM (Dynamic Stability Management) или VSA (Vehicle Stability Assist), VSC (Vehicle Stability Control):

Повышает курсовую устойчивость автомобиля, предотвращает занос автомобиля.

• *Система помощи при экстренном торможении - BA (Brake Assist), BAS (Brake Assist System) или EBA (Electronic Brake Assist или Emergency Braking Assistant):*

Уменьшает тормозной путь автомобиля путем автоматического повышения давления в тормозном приводе при быстром (экстренном) нажатии на тормозную педаль. Проводятся работы по использованию системы ВА в интеллектуальных системах управления транспортом (для предотвращения проезда линии «Стоп») [1]. Развитием системы ВА является система РВА (Predictive Brake Assist). В этой системе использует-

ся локатор, оценивающий расстояние до препятствия и скорость сближения с ним, для расчета эффективности торможения с целью снижения вероятности наезда движущегося сзади транспорта.

• *Круз контроль:*

Система поддержания заданного режима движения.

• *Адаптивный круз-контроль — ACC (Adaptive Cruise Control):*

Система поддерживает заданную скорость и может автоматически её корректировать, чтобы поддержать надлежащее расстояние между транспортными средствами. Для работы системы используются локационные датчики.

• *Системы предотвращения столкновений автомобилей — СПСА:*

В системах используются радио или оптические локаторы, сканирующие пространство перед автомобилем. В простейших системах, при нарушении дистанции безо-

¹V2I — Vehicle To Infrastructure; ²V2V — Vehicle To Vehicle

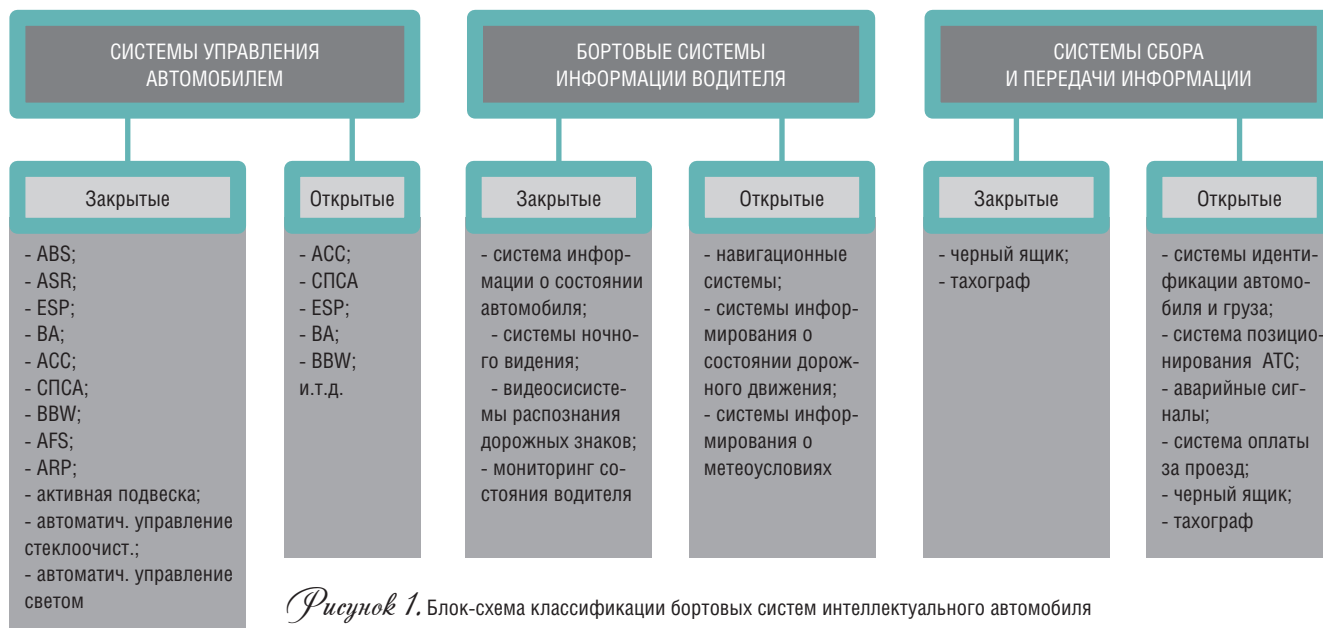


Рисунок 1. Блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автомобиля

пасности между движущимися ТС, водитель предупреждается световым/звуковым сигналом. В более сложных системах автоматически осуществляется торможение. Разрабатываются системы предупреждения не только фронтальных столкновений, но и боковых столкновений. Дальнейшим развитием СПСА является система Stop&Go, обеспечивающая безопасное движение с автоматическим торможением и ускорением в транспортном потоке. Системы СПСА сегодня являются «закрытыми», но в будущем могут стать «открытыми», т.е. использующими информацию от навигационных систем и дорожно-транспортной инфраструктуры.

- Система торможения «по проводам» — *BBW (Brake by Wire)*:

Перспективная тормозная система, в которой управление торможением осуществляется электроникой (по проводам), а силовая, исполнительная часть может быть гидравлической, пневматической или электрической.

- Система активного рулевого управления — *AFS (Active Front Steering)*:

Система корректирует управляющие воздействия водителя, улучшая управляемость и устойчивость автомобиля. Может использоваться в системе автоматической парковки транспортного средства.

- Активная подвеска автомобиля.

- Система предотвращения опрокидывания автомобиля —

ARP (Anti-Rollover Protection System) или ARM (Active Roll Mitigation).

- Автоматическая система управления стеклоочистителями:

Система получает информацию от оптического датчика, определяющего наличие и размер капель на ветровом стекле, включает и регулирует скорость стеклоочистителя.

- Автоматическая система управления световыми приборами:

Световой датчик определяет освещенность вокруг ТС и автоматически включает световые приборы. Некоторые системы управляют переключением фар, для снижения ослепления водителей встречного транспорта.

СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ ВОДИТЕЛЯ

- Система информации о техническом состоянии автомобиля:

Следит за техническим состоянием автомобиля, в том числе осуществляет мониторинг давле-

ния в шинах. Система может быть «закрытой», информирующей только водителя, или «открытой», передающей информацию в сервисный центр.

- Система адаптивного освещения:

Обеспечивает лучшее освещение дороги при проезде поворотов, поворачивая фары автомобиля в соответствии с поворотом

Таблица 1

Виды систем	I этап	II этап	III этап
I. Системы информации водителя и пассажиров			
1.1. Система мониторинга водителя	+	+	
1.2. Система навигации	+		
1.3. Система контроля полосы движения			+
1.4. Система информирования о превышении скорости	+	+	
1.5. Система распознавания дорожной информации (знаков, табло, светофоров, заторы, метеоусловия и т.д.)		+	+
1.6. Система обнаружения невидимых препятствий		+	+
1.7. Получение сообщений о состоянии дорожной инфраструктуры	+	+	+
1.8. Информация о техническом состоянии: - без передачи информации; - с передачей информации		+	+
1.9. Система предупреждения о возможности опрокидывания RSC			+
1.10. Система обнаружения пешеходов			+
II. Системы сбора и передачи информации инфраструктуры			
2.1. Тахограф - без передачи информации; - с передачей информации	+		
2.2. Черный ящик - без передачи информации - с передачей информации	+	+	
2.3. Вызов аварийных служб при ДТП	+	+	
2.4. Идентификация ТС и груза	+	+	
2.5. Передатчик местонахождения	+		
2.6. Система электронного платежа	+		
III. Система автоматического управления			
3.1. ABS	+	+	
3.2. ESP		+	+
3.3. Brake assist		+	
3.4. Противобуксовочная система			+
3.5. BBW — Система торможения «по проводам»			+
3.6. AFS — Активное рулевое управление			+
3.7. ARP — система предотвращения опрокидывания		+	
3.8. Активная подвеска		+	
3.9. Круиз-контроль		+	
3.10. Адаптивный круиз-контроль		+	+
3.11. Система предотвращения столкновений		+	+
3.12. Автоматическое управление световыми приборами		+	
3.13. Автоматическое управление стеклоочистителями		+	

рулевого колеса, скоростью автомобиля, поперечными и угловыми ускорениями (фары поворачиваются только при движении автомобиля). Таким образом, при повороте автомобиля свет фар «следует» за направлением дороги и водитель может раньше распознавать дорожную ситуацию. Электронная система управления на основании различных параметров, таких как скорость движения, угол поворота руля, угловая скорость автомобиля, постоянно вычисляет необходимый угол поворота фар и отдаёт соответству-

ющие команды исполнительным механизмам.

• *Системы обнаружения невидимых препятствий:*

К таким системам относятся различные устройства (с локационными датчиками различных типов, сканирующими пространство вокруг автомобиля), информирующие водителя о наличии препятствий. К этим системам также относятся системы ночного видения, которые используют инфракрасные излучатели и преобразуют невидимые на дороге

объекты в видимые водителем изображения, повышая безопасность движения в условиях плохой видимости.

• *Система предупреждения о пересечении дорожной разметки:*

Система предупреждает водителя о непроизвольном выходе с заданной полосы движения.

• *Система предупреждения о возможности опрокидывания — RSC (Roll Stability Control).*

• *Система мониторинга «слепой зоны»:*

Система предупреждает водителя световым или звуковым сигналом, или изображением на видеомониторе о нахождении рядом с транспортным средством других участников движения, которые могут создать помеху при перестроении на другую полосу движения.

• *Система распознавания дорожных знаков:*

Видеосистема отслеживает дорожные знаки и воспроизводит их на мониторе (приборном щитке) или проецирует на лобовое стекло.

• *Системы обнаружения препятствий при движении задним ходом:*

Эти системы обнаруживают препятствия (ультразвуком, радаром или инфракрасным излучением) при движении транспортного средства назад и, когда препятствие идентифицировано, информируют об этом водителя.

• *Мониторинг состояния водителя:*

Система отслеживает управляющие реакции водителя, состояние его глаз и др. и предупреждает его звуковым (голосовым) сигналом для повышения его внимания.

- Системы информирования о препятствиях впереди.

- *Навигационные системы:*

Системы, в том числе активные, использующие информацию от датчиков внутри автомобиля, в случаях проезда автомобиля в тоннелях и других местах, где пропадает сигнал от спутников.

- Системы информации о состоянии дорожного движения:

Системы предупреждают водителя о наличии заторов на дорогах, информируют об оптимальной скорости движения с целью проезда на разрешающий сигнал светофора и др.

- Системы информации о метеословиях.

- Система предупреждения о наличии пешеходов на проезжей части.

- Система предупреждения о наличии знака (линии) «Стоп».

СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

- «Черный ящик».

- Тахограф.

- Система передачи об аварии «e-Call»:

Система передает сигнал о ДТП по команде водителя или автоматически при срабатывании систем пассивной безопасности.

- Система электронной идентификации автомобиля (груза).

- Система предоставления данных об автомобиле для сервисных станций.

- Система позиционирования транспортного средства (передатчик местонахождения).

Отдельные системы АТС могут быть одновременно и «закрытыми» и «открытыми», т.е. информация от них может быть использована как внутри АТС, так и быть передана в инфраструктуру и другим участникам движения. На рис. 1 представлена блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автотранспортного средства.

ПРОГРАММА РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ СРЕДСТВ

Анализ мирового опыта в области интеллектуальных бортовых систем наземного транспорта и транспортно-технологических дорожных средств позволил разработать программу создания и внедрения таких систем в Российской Федерации. При разработке программы были учтены особенности отечественного дорожно-транспортного комплекса, состояние инфраструктуры и уровень

развития промышленности. Бортовые системы интеллектуального транспортного средства разбиты на три группы, в соответствии с классификацией, приведенной выше.

Вследствие неравнозначного уровня технической сложности различных систем, отсутствия соответствующих технологий и нормативных документов, весь процесс разработки и внедрения бортовых систем, транспортных

и транспортно-технологических дорожных средств в РФ разбит на три отдельных этапа. Первый этап охватывает системы, для начала внедрения которых уже существует некоторая технологическая и нормативная база. Ко второму этапу относятся системы ближайшей перспективы, а к третьему — долгосрочной перспективы.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной статье рассмотрены вопросы классификации бортовых систем ИТС и предлагается вариант поэтапного внедрения таких систем в Российской Федерации.

Данный материал может использоваться для обоснования направлений создания на научной основе комплекса нормативных документов (стандартов),

регламентирующих требования к бортовому телематическому обеспечению ИТС на транспортных средствах, выполняющих различные виды транспортной и технологической работы, и осуществляющих интеллектуальное взаимодействие с иными транспортными средствами, дорожной инфраструктурой ИТС, а также другими субъектами ИТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Active safety in road vehicles-developing testing and evaluation methods for ICT-based safety systems, Jan Jacobson, Jacques Hrad, Henrik Eriksson, SP Technical Research Institute of Sweden, Technical Paper submitted for topic 3A, ITS 2009.

2. Development of a cellular-based pedestrian traffic safety support system, Masao FUKUSHIMA, Shinji YASUHARA, Nissan Motor Co., Ltd, Morinosatoayama Atsugi-shi, Kanagawa 243-0123 Japan.