

Полтавская Юлия Олеговна,  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Анисимова Анастасия Романовна,  
обучающаяся группы ТТП-19-1, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: anisimova\_ar@mail.ru

## СИСТЕМА АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Poltavskaya Y.O., Anisimova A.R.

## ACTIVE SAFETY SYSTEM OF VEHICLES WITH PREDICTION DRIVER BEHAVIOR

**Аннотация.** В статье представлен обзор системы активной безопасности транспортных средств, которая может быть реализована с учетом поведения водителя, влияния окружающей среды и характеристик транспортного средства.

**Ключевые слова:** активная безопасность транспортных средств, пассивная безопасность транспортных средств, водитель, транспортный поток, дорожно-транспортное происшествие, прогнозирование поведения водителя.

**Abstract.** The article presents reviews of active safety systems that may be related to driver behavior, an overview of the environment and vehicle characteristics.

**Keywords:** active vehicle safety, passive vehicle safety, driver, traffic flow, traffic accident, driver behavior prediction.

За последние двадцать лет транспортные средства (ТС) претерпели существенные изменения, относительно оснащения датчиками, микросхемами и приводами, образующими интегрированные и модульные подсистемы безопасности, информационную систему и управление энергопотреблением. Современные ТС – это объединенная область механических и электрических / электронных компонентов для контроля производства и использования энергии (синхронизированный/ управляемый цикл двигателя внутреннего сгорания или управление энергетическим циклом гибридной технологии); динамики автомобиля (антиблокировочная система, электронная система контроля устойчивости автомобиля), а также система помощи водителю (удержание в полосе движения, адаптивный круиз-контроль, предупреждение о слепых зонах, помощь при парковке). В основе этих элементов системы находится шина локальной сети контроллеров (CAN), которая позволяет передавать сообщения между датчиками, процессорными блоками и исполнительными механизмами [1]. Несмотря на автоматизацию процессов работы транспортных средств, внедряемые технологии также должны учитывать человеческий фактор [2]. Моделирование поведения водителя исследуется во многих работах авторов начиная с XX века [1, 3, 4], однако объединение современных транспортных средств с концепциями и системами, ориентированными на человека, только начинают развиваться. Для того, чтобы осуществить разработку эффективных систем помощи водите-

лю должны быть всецело изучены поведение и характеристики водителя, а также смоделированы и включены в процесс взаимодействия между элементами системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (система ВАДС). Понятие безопасности транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на предупреждение дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (активная безопасность ТС), снижение тяжести их последствий (пассивная безопасность ТС) и негативного влияния автомобиля на окружающую среду (экологическая безопасность ТС). Целью данного исследования является проведение аналитического обзора системы активной безопасности транспортных средств с целью обеспечения надежности движения во всех эксплуатационных условиях с учетом информационного взаимодействия водителя и транспортного средства.

Для разработки системы активной безопасности транспортного средства, важно учитывать поведение водителя, влияние окружающей среды и характеристики транспортного средства. Психофизиологические особенности водителей включают общие характеристики (пол, возраст), время реакции, профессиональное мастерство (опыт, стаж вождения), технические навыки. Влияние окружающей среды в основном связано с текущей информацией о транспортном потоке, пешеходах и дорожных объектах. Учитывая элементы системы активной безопасности можно построить концептуальную базовую модель. Разработка соответствующей модели позволят системам активной безопасности оперативно воздействовать на предотвращение дорожно-транспортных происшествий (ДТП), большинство из которых около 90% вызваны человеческими ошибками [5]. В случае невозможности предотвратить ДТП снижение тяжести последствий возлагается на пассивную безопасность транспортных средств. Существуют ряд задач, которые необходимо разрешить, чтобы получить надежную модель в качестве базовой или эталонной:

- сбор данных: большинство динамических характеристик водителя трудно поддаются количественной оценке и обычно являются качественными, поэтому необходимы исследования с целью составления списка возможных количественных показателей для характеристики психофизиологических особенностей водителей;

- сложность структуры: если в определенный момент времени потребуется полная карта динамики взаимодействия водителя и окружающей среды, необходима мультисенсорная система, включающая камеры наблюдения за дорожной обстановкой, водителем, радарные или лазерные системы для измерения расстояния, датчики физиологических изменений водителя;

- временная задержка передачи данных: комплексный подход к анализу ситуации с несколькими датчиками является правильным, но трудновыполним решением, ввиду необходимости обработки отдельных каналов передачи данных и объединения информации в общий поток за минимальный временной ин-

тервал, с целью использования системой безопасности для предотвращения ДТП;

- надежность: большинство сенсорных технологий постоянно совершенствуются, и некоторые конкретные каналы передачи данных могут работать с помехами ввиду наличия каких-либо внешних воздействий (изменение освещенности, превышение установленного уровня вибрации); следовательно, возникает потребность в мультисенсорной системе, способной адаптироваться к изменяющимся условиям, для того чтобы гарантировать общую надежность системы;

- стоимость: по мере увеличения количества системных датчиков стоимость эксплуатации системы возрастает – любые дополнительные затраты должны быть обоснованы с учетом соотношения полезности (косвенные затраты/стоимость).

Современные исследования в области активной безопасности транспортных средств направлены на разрешение данных задач при разработке мультисенсорной системы. Датчики, которыми оборудуется транспортное средство, можно распределить по трем областям с учетом взаимодействий всех элементов системы ВАДС (рисунок 1).



Рисунок 1 – Активная безопасность транспортного средства с учетом взаимодействий элементов системы ВАДС

Также предполагается, что активная система безопасности ТС может быть реализована на основе CAN-шины, потому что наиболее важные сигналы при взаимодействии водителя и транспортного средства уже осуществляются по каналам, а также могут быть получены с помощью порта OBD-II, который характеризуется своей невысокой стоимостью [6, 7].

Рассмотрим систематический подход к обработке сигналов для обеспечения взаимодействия водителя и транспортного средства в качестве основного этапа к реализации системы активной безопасности с учетом прогнозирования поведения водителя.

Сначала определяется эталонное поведение (реакция) водителя на конкретную ситуацию дорожного движения, затем производится оценка отклонений от ожидаемого маневра/поведения. Для реализации данных процессов система должна состоять из двух подмодулей: первый подмодуль определяет текущий характер вождения с точки зрения ожидаемых маневров, второй – количественно определяет любые отклонения от исходного уровня для каждого конкретного случая и передает сигнал действия соответствующим исполнительным механизмам или системе диспетчерского управления. Эти подсистемы требуют решения трех различных задач в режиме реального времени:

1. Распознавание поведения водителя: классификация маневров (правый, левый поворот, смена полосы движения и остановка). Для прямых участков дороги задача может быть классифицирована как удержание в полосе движения на УДС: этот вид задачи рассматривается как регулятивный и существенно отличается от других маневров, поэтому требуется оптимальный набор признаков, который бы разделял эти классы с наибольшей точностью.

2. Обнаружение отклонений от нормы: это относится к обнаружению отклонений от «нормальных» сигналов для каждого маневра или регламентированной задачи, такой как удержание в полосе движения. Отклонение от нормативного поведения может быть вызвано рассеянностью, сонливостью или стрессом водителя. Даже игнорируя причину отклонения, модуль на базе протокола CAN-шины может выявить как минимум неисправности. Решение такого типа задач рассматривается как проблема выбора аномальных или нормальных сигналов.

3. Прогнозирование уровня отвлечения внимания: для количественного определения будут использоваться результаты человеческого фактора, чтобы сопоставить несколько задач с их прогнозируемыми значениями отвлечения.

Методологию реализации системы активной безопасности транспортных средств с учетом поведения водителя можно представить в виде следующих этапов:

- 1) изучение общих характеристик поведения водителя для распознавания маневра;

- 2) определение характерных особенностей каждого вида маневра и показателей работы водителя для выявления отклонений от нормы;

- 3) использование методов выбора характеристик для получения определенного набора функций;

- 4) реализация подмодулей распознавания маневров и обнаружения отклонений с выбранными наборами функций и оценка их производительности.

Транспортное средство как элемент системы ВАДС может рассматриваться как объект: конструкторской разработки; эксплуатации с оценкой его отказов; технического обслуживания и ремонтов; экономических отношений, возникающих при эксплуатации [5]. Однако стоит отметить, что особое внимание должно уделяться именно активной безопасности автомобиля, которая направлена на снижение вероятности возникновения ДТП. Внедрение адаптивных систем с учетом поведения водителя может быть реализовано при помощи интеллектуальной активной безопасности транспортных средств на основе моделей и методов обработки сигналов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Boyrac, P.** Active vehicle safety system design based on driver characteristics and behavior / P. Boyrac, J. H. L. Hansen // International Journal of Vehicle Safety Vol. 4, No. 4, 2009, pp. 330-364.
2. **Клепцова, Л. Н.** Методы экономической оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения / Л. Н. Клепцова, А. А. Штоцкая // В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2018. С. 808.1-808.8.
3. **Salvucci, D. D.** Modeling driver behavior in a cognitive architecture / D. D. Salvucci // Human Factors, Vol. 48, 2006, pp.362-380.
4. **Yang, J.** Human action learning via hidden Markov model / J. Yang, Y. Xu, C. Chen // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol. 27, No. 1, 1997, pp.34-44.
5. **Пеньшин, Н. В.** Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» / Н. В. Пеньшин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 476 с.
6. **Тишин, Б. М.** Системы безопасности автомобилей / Б. М. Тишин. – Издательство: Инфра-Инженерия, 2019, 154 с.
7. **Громышова, С. С.** Автоматизация процессов управления и диагностики технического состояния подвижного состава / С. С. Громышова // В сборнике: Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2020. С. 358-360.