

**Бузников С.Е., Елкин Д.С., Шабанов Н.С.**

**Датчиковые и интеллектуальные системы активной безопасности  
автомобиля**

Системный анализ проблемы безопасности движения автомобильного транспорта показывает, что решение этой проблемы сводится к предотвращению столкновений и к снижению тяжести последствий столкновений, если избежать их не удалось.

В свою очередь, задача предотвращения столкновений сводится к задаче динамической стабилизации векторов состояния и управления с нестационарными верхними и нижними границами в условиях неполной наблюдаемости и управляемости объекта и неопределённости некоторых границ [1].

Отмеченная особенность задачи динамической стабилизации требует обязательного участия в управлении хорошо обученного оператора-водителя, в функции которого входит достраивание оценок ненаблюдаемых компонент векторов состояния и управления и прогнозирования оценок их динамических границ. Качество реализации отмеченных функций определяется как уровнем подготовки, так и индивидуальными особенностями операторов, что сказывается, в конечном счете, на уровне аварийности с их участием.

Следует отметить, что процесс создания сколь-нибудь эффективных автопилотов для автомобилей сталкивается сегодня с практически непреодолимыми трудностями, обусловленными отмеченной особенностью решения задачи динамической стабилизации. Для придания наблюдаемости компонентам векторов состояния и управления и их динамическим границам требуется создание аппаратно-программной среды в пространстве  $R = (R_h, R_S)^T$

технических решений, определяемых векторами  $R_h$  и  $R_S$  аппаратных и программных средств.

Тривиальное решение задачи сводится к оснащению объекта многочисленными датчиками физических переменных, образующими концептуальное ядро традиционных датчиковых систем мониторинга и управления.

Это направление, развиваемое ведущими зарубежными фирмами, неизбежно ведет к ухудшению практически всех системных показателей, включая общую стоимость, затраты на эксплуатацию,

установку, техническое обслуживание, потребляемую энергию, влияние на смежные системы, отказоустойчивость и др., и требует высококвалифицированного сервисного обслуживания, возможного только в фирменных сервисных центрах.

Нетривиальное решение задачи состоит в использовании косвенных измерений, основанных на знаниях об объекте в виде формализованных описаний его свойств, образующих концептуальное ядро интеллектуальных систем. Следует отметить, что многие задачи косвенных измерений изначально являются некорректными и для решения требуется их доопределение свойствами объекта.

Виртуальные датчики информации представляют собой алгоритмические конструкции, преобразующие, при выполнении определённых ограничений, компактный вектор измерений в вектор оценок физических переменных, замещающие собственно физические датчики первичной информации. Интеллектуальные системы, использующие математические модели и алгоритмы косвенных измерений, могут выполняться в минимальной конфигурации технических средств, что позволяет оптимизировать практически все системные показатели, включая стоимость.

Характеристики двух типов систем приведены в таблице 1.

Рассмотрим далее интеллектуальную систему «ИНКА-СПОРТ» [2]. В состав технических средств системы активной безопасности «ИНКА-СПОРТ» входят бесконтактные датчики частот вращения колес индукционного типа, кабель связи и компьютерный блок обработки и отображения информации на ЖКИ.

В число физических переменных, входящих в вектор состояния объекта и определяемых с помощью косвенных измерений, входят:

- продольная скорость центра масс автомобиля;
- продольное и поперечное ускорение центра масс;
- тяговое и тормозное ускорения;
- угол поворота управляемых колес;
- давления воздуха в шинах автомобиля;
- свободные радиусы шин;
- износы кордов шин;
- линейные скорости вращения колес;
- линейные скорости продольных скольжений колес;
- температуры перегрева шин и тормозов;
- дополнительные углы развала и схождения колес;

- состояния акселератора, тормозов и коробки переключения передач;
- текущие значения коэффициентов трения скольжения колес;
- мгновенная мощность двигателя;
- удельный и общий расход топлива.

Табл. 1. Характеристики датчиковых и интеллектуальных систем.

№ п/п	Системные характеристики	Датчиковые системы	Интеллектуальные системы
1.	Наращивание функций	Дополнительные датчики информации	Дополнительные программные средства
2.	Уровень ошибок мониторинга	Определяется классом точности датчиков	Определяется уровнем адекватности моделей
3.	Отказоустойчивость	Аппаратное резервирование	Информационное резервирование
4.	Затраты на техническое обслуживание	Диагностика и настройка датчиков	Практически не требуются
5.	Потребляемая мощность	Возрастает с увеличением числа датчиков	Минимальна, не меняется
6.	Влияние реальных факторов	Увеличивается с числом датчиков	Минимально
7.	Влияние на смежные системы	Проявляется в случае коротких замыканий	Минимально в случае отсутствия общих цепей
8.	Ограничения на установку	Определяются конструкцией объекта	Практически отсутствуют
9.	Общая стоимость	Растет с увеличением числа датчиков	Минимальна

В число вычисляемых динамических границ входят:  
– скорости заноса, сноса и опрокидывания автомобиля;

- скорость пробуксовки ведущих колес;
- скорости разрыва кордов шин с учетом давлений и износов;
- скорость движения с колесом уменьшенного радиуса (докаткой);
- верхние и нижние границы давлений, определяемые из условий допустимой асимметрии, разрыва корда и проворачивания шины на ободе;
- верхние границы управляющих воздействий на акселерометр и тормоза, определяемые из условий пробуксовок и блокировок колес;
- верхние границы температур перегрева шин и тормозов;
- граничные значения безопасной дистанции между автомобилями и дистанции, необходимой для остановки;
- верхние и нижние границы угла поворота управляемых колес.

Приближение к границам или их превышение сопровождается соответствующей световой и звуковой сигнализацией, информация о текущих значениях переменных и их границах выводится на экран ЖКИ по тактильным запросам водителя.

Состояние водителя идентифицируется по состоянию органов управления. Если двигательная активность водителя снижается, например, когда водитель засыпает за рулем, то система формирует последовательность тестовых световых и звуковых сигналов, пробуждающих водителя.

Анализ результатов проведённых исследований позволяет сформулировать следующие выводы:

- оснащение действующего автопарка полнофункциональными системами активной безопасности представляется мощным фактором в решении проблемы безопасности движения;
- в условиях реальной рыночной экономики со свободной конкуренцией товаров и услуг интеллектуальные системы с виртуальными датчиками информации приобретают неоспоримые преимущества перед датчиковыми.

#### **Литература:**

1. Бузников С.Е. Современное состояние и перспективы развития автомобильных систем активной безопасности // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XV Международной конференции. – М.: РГТУ, 2007. – С. 207–211.
2. Пат. № 2335805 РФ. Способ предотвращения столкновений автомобиля с препятствиями и система для его осуществления / Бузников С.Е., Елкин Д.С. // Бюл. – 2008. – № 28.